

فهرس الجزء الاول من كتاب حجب الصنيع في اصول الطبيعة
الدرس الاول

مصحف

٢

٣

٤

٥

٥

٥

٦

٧

٨

٩

٩

٩

١٠

١٠

١٠

١٢

١٢

١٣

١٤

١٤

١٥

١٥

١٦

١٧

المقدمة

في احوال الاجسام

في الموشرات

في الغرض من الطبيعة

الباب الاول في الخواص العامة الاجسام

في التخيير

في عدم الداغل

في الماحية

في قابلية الانتقام

في الحركة

في القصور الذاتي

الدرس الثاني

في القوى

في تركيب القوى

في تقسيم القوة

في الحركة المنتظمة

في قياس القوة

في الحركة المتغيرة

في القوة البعده

في التناقل او جذب الارض

الباب الثاني

في الابد و استانك اى علم موازنة الموانع

في حفظ المانع منظورا فيه للشغل

في الضغط الرأسى من أعلى إلى أسفل
في الضغط الرأسى من أسفل إلى أعلى

١٨

١٩

في الضغط الداخلى

٢٠

في الضغط الخارجى

٢١

في الحركة القشرية الحادثة من سيلان المائع

٢٢

في مانعة الابهام الايدى روستايتكية

٢٣

في الموائع المتراكمة

٢٤

في الاوا في المستطرفة اى النافذة لبعضها

٢٥

في الضغط الايدى روليكي اى المكبس

الدرس الثالث

٢٥

في الثقل وفي مركز الثقل

٢٥

في ثقل الأجسام

٢٥

في قياس ثقل الأجسام وفي الموازنات

الدرس الرابع

٢٦

الباب الثالث في الأجسام الغاطسة وفي قاعدة ارشيميدس

٢٢

في الكثافة النسبية للأجسام

٢٦

تنبيه

٢٦

في تعيين الانفعال الخاصة للأجسام الجامدة

٢٥

في تعيين الانفعال الخاصة للأجسام المائعة

٢٦

في تعيين الانفعال الخاصة للغازات

٢٧

جدول الانفعال الخاصة

الدرس الخامس

٢٨

في نظري الاريومترات

٢٨

في اريومتر فرنييت

٢٩

في اريومتر بنكلوت

في اربومتري
في الكومر المعلم غايوساك

الدرس السادس

٤٢

الباب الرابع في تأثير التناقل على الغازات

٤٣

في البارومتر أي آلة قياس ضغط الهواء

٤٦

في البارومتري ذات الطست

الدرس السابع

٤٨

في البارومتر ذي المص

٥٠

في استغيرات البارومترية

٥٢

في قياس ضغط الهواء بالجرامات

٥٣

في قياس الارتفاعات بواسطة البارومتر

الدرس الثامن

٥٤

في الصفوط الناشئة عن مرونة الغازات

٥٤

في قاعدة المعلم ماريوت

٥٧

مسائل

٥٧

في الارتباط الكائن بين كثافة الهواء و ضغطه

٥٨

في قياس صفوط الغازات المحصورة في ظرف واحد

٥٩

في انجاء الغازات

٦٠

جدول انجاء الغازات

٦٠

في مخلوط الغازات

الدرس التاسع

٦٢

في الآلات المؤتسة على خواص الهواء

٦٢

في الآلة المفرغة

٦٦

في الآلة الحاصرة

٦٧

في الطنبية الحاصرة

محلى

٦٧	في نافوخ الضغط
٦٨	في بندقة الهواء
٦٩	في نافوخ هيروت
٦٩	في نافوخ الماء
٧٠	في آناء المعلم مريوت
٧١	في مخبار البند
٧١	في المص
٧٣	في الطلبات
٧٣	في الطلبة الخاصة
٧٥	في الطلبة الخاصة الكابة
٧٦	في الطلبات الكابة

الدرس الحادي عشر

٧٦	في موازنة الأجسام المعفوخ بالغازات
٧٧	في القباب الهياره
٨٠	في تحرك الغازات
٨٠	في تحركها المنتظم
٨١	في سرعة الغاز في المنفذ
٨٢	في التأثير الناشئ عن التصرف

الباب الخامس
الدرس الثاني عشر

٨٢	في الاكوستيك أي فن السماع
٨٢	في تولد الصوت وفي انتشاره وفي انعكاسه
٨٢	في موصوع الاكوستيك
٨٢	في الصوت وفي الفرقة

فسيب الصوت

في عدم انتشار الصوت في الفراغ

في انتشار الصوت في جميع الأجسام المرنة

في كيفية انتشار الصوت في الهواء

في الاسباب المغيرة لشدة الصوت

في الجهاز المعد لبيان تقوية الصوت

في تأثير الانابيب في شدة الصوت

الدرس الثالث عشر

في سرعة الصوت في الغازات

في سرعة الصوت في الجوامد وفي الموائع

في انعكاس الصوت

في الصدى وفي الرنة

في مرسلات الصوت وفي القوين السمعى

الدرس الرابع عشر

في اهتزازات الاوتار وفي هذا الاهتزازات الموافق لصوت معلوم

في ميزان الصوت

في العقد والخطوط العقدية

الدرس الخامس عشر

في طائر العلم ساوثر المغرسة

في بنت الماء

في الكبر

في حدى الاصوات المدركة

في اهتزاز القضبان والصفايح والالواح والاعشبة

في اهتزاز القضبان والصفايح

في اهتزاز الالواح

الدرس السادس عشر

١٠٦

في اهتزاز الهواء في الانابيب وفي الآلات الهوائية

١٠٦

في منتعنا الصوت في الآلات الهوائية

١٠٦

في الآلات ذات الجاسم المجردة

١٠٧

في الآلات ذات الريش الصلبة

١٠٩

في الآلات ذات الريش الناعمة

١١١

في قوانين اهتزاز الهواء في الانابيب

١١١

في الانابيب المغفولة من الطرف المقابل لعمها

١١٤

في الانابيب المفتوحة الطرف المقابل لعمها

الدرس السابع عشر

١١٣

في عضو الصوت البشري

١١٥

في عضو السمع

١١٧

الباب السادس

١١٧

الدرس الثامن عشر

١١٧

في المغناطيسية

١١٧

في خواص الأجسام المغناطيسية

١١٧

في قطبي المغناطيس

١١٨

في التأثيرين المتعاكسين لقطبي المغناطيس

١١٩

في الغرض المتعلق بالسبب المغناطيسي

١٢٤

في الاجسام المغناطيسية

الدرس التاسع عشر

١٢٣

في المغناطيسية الارضية

١٢٦

في الانحراف

١٢٥

في اللبيل

١٤٦

في تغيرات الانحراف والميل

الدرس الحادي والعشرون

١٤٨

في التأثير الاتجاهي للأرض

١٤٠

الدرس الثاني والعشرون

١٤٠

في المغنطة

١٤٠

في المغنطة بتأثير الأرض

١٤٤

في المغنطة بتأثير القضبان

١٤٤

في المغنطة بطريقة المعلم دوحاميل وهي طريقة المس البسيط

١٤٢

في المغنطة بطريقة المعلم إيسنوس وهي طريقة المس المزدوج

١٤٤

الدرس الثالث والعشرون

١٤٤

في التسخين بالمغنطة في تأثير التقي والتقيص في القوة المعوقة

١٤٦

في تأثير الحرارة في القوة المعوقة

١٤٧

الدرس الرابع والعشرون

١٤٧

في خواص المغناطيس

تمت فهرسة الجزء الأول من كتاب

حسن الصبغة في أصول الطبيعة

(٩)
بسم الله الرحمن الرحيم

سبحان من تعالى عن الخسيسة * وعن المادة والكيفية * وتنزه عن التركيب والبساطة * وعن قصور
 العلم والاحاطة * وعن التجزؤ والحلول في المكان * أَوْ أَدْنَى شَيْءٍ شَأْنُ غُثَّانٍ * احمده بركاته
 بحكمته * واودعها عجائب قدرته * لا يوهنه كراجد بين * ولا يغنيه تدوّل الملوك * اطلع
 على سر مكنونات * وعجائب اسرار مخلوقاته * من اصطفاه من عباده المقربين * وحكاه
 من يسمنه بفضل المبين * مغناطيس القلوب وسر الخليفة * ومركز دوائر العرفان والحقيقة *
 صاحب العزائم والقوى * من لا ينطق عن الهوى * محمد المبعوث من خير ارومة * المنتخب
 من اكرم جرثومة * صلى الله وسلم عليه * وعلى اله وكل منتب اليه * مالمع بارق * ومنع شارف
 * وبعد الطبيعة عند تسليمها * الناطق في شئها وعقيدتها * اقوى الادلة على وجود الصانع *
 واكبر البراهين على انه الضار النافع * ولا التفات الى من طبع الله على قلبه * وطرده عن زمرة
 احبابه وحزبه * حيث اغتر بطواهر الاسباب * وزعمها مؤشدة بلا ارباب * ومن قال لها
 مؤففة في الاتحاد * فقد دل عن طريق الحق وحصاد * كيف لا وبها ظهور آثار قدس واجب
 الوجود * وما اودعه من الاسرار العجيبة في كل موجود * هبّ هات ان يدرك ذلك الغيباء *
 او يقف عليه سوى الاذكاء * وبالجملة فهي من اهم العلوم * واو لاها بالتقدم عند ذوى
 المفهوم * لانها اصل لكبريائها * وقواعدها متفرعة عنها * وقد تعرض ربّ الذهن
 الثاقب * والرأى الأملعى الصائب * صاحب الترتيب الرائقة * والشيم المستحسنة الفاتقة *
 ناظر المدارس الثلاث البهية * الرياضية والتجريبية والابتدائية * من لا في رتب المعالي
 وتدارك * حضرة سعادة عليك مبارك * لجمع كاي فيه * جامع لحاسن مجانيه *
 فشرع فجمع منقباته * وأمر بترجمتها على وفق مرغوباته * وقرائنه دروئا اودع فيها من الحاسن
 جنوسا * ولما لم يتيسر له اكماله * وعاقه عن تكمله اشغاله * احوال ما اعتنى به وترتيبه * على
 صاحب الفطنة القوية * والروية الحاضرة اللمعية * المتوكل على ربه المعبود المبدى *
 معلم هذا العلم وغيره على عزت افدى * ولم يتيسر في هذا العام * الا ابراز الجزء الاول
 على التمام * فكان يقابله مع بعد الترجمة * ويصلح من مكانه ما فيه لعمته * ويجذف ما لا حاجة
 اليه * ويترتب ما يجزله به * نهبا على من في غفلة قصور * كما كان يفعل اليك المذكور

هذا
 ما
 كتبه
 في
 شهر
 ربيع
 الثاني
 سنة
 ١٢٨٥

ولله در مترجم فزناويته * وصانع أساليب غريبته * صاحب الفطنة والمهارة * السيد اقدى عمارة *
 لحد مولى اللغة الفزناوية * بالمدرسة التجهيزية * وكان تحرير مبانيه * وتحقيق مقاصده ومعانيه *
 على يد أحد مولى اللغة العربية * بالمدرسة الرياضية والتجهيزية * ومحرر كتبها العلمية * ومفرغها
 في القوالب العجدية * ذى التقصير والعجز الحقيقي * ابراهيم عبدالغفار الدسوقي * وقد سماه
 حزن المتبعة في أصول الطبيعة * وكان ابرازه في ظل صاحب العادة * والفطنة الذكية الوقادة *
 الأصنى الأعظم * والداورى الأكرم * صدر المدور والعظام * رب العلم والشجاعة
 والإقدام * من شاع بين البرية ذكره * وعلى الخائفين قدس * سعادة اقدى بنا عباس
 باشا حلى * بلغه الله من المنجيات ما إليه يؤمى * كالصحيحه ذو الحقان * يمدح نابع الصدق *

* قامت بحسن شأنه فى الناس * آيات جوده فاق حد قياس *
 * وعدالة من لطف مغناطيتها * جذبت اليه كل قلب قاسى *
 * وفطانه عظمى فالتق من رفقا * فمت اصواته حديث اياس *
 * ستمت سحائب جوده فى مصرنا * وبنى لأعلى المجد خير اساس *
 * حلت للمعا فى فيه واشتهرت به * فكت مباني الشمر خير لباس *
 * وسابق الثمراء فيها فلزذرت * اشعارهم بمقال كل نبط كاسى *
 * يزرى بأصوات المثاقذ ذكراها * وصدى محاسنها بطب الاشى *
 * ألفت اليه زمامها العليا فى * كرم وحلم جل عن مقباس *
 * احصى معانى الشرى حين فنى * فى كل ما أوفى على البكاس *
 * الله يحفظه ويحفظ بخله * ويقيه جمع وساوس الخناس *
 * بمكيد وبصحه ويئتيه * وبآله الأطلهار والأكابر *

مقدمته

من المعلوم عند الأمم المتدنية * ان الطبيعة من العلوم المنقنة * فان مستكفانها العلمية * وفوقه
 تطبيقاتها العرفانية * صيرتها اتقع علوم البشر * ولعل شئ يقول فيه النظر * كيف لا وطبها
 مدار المباحث العلمية * والثرات الصناعية والتجارية * التى هي حياة هذا العصر * وزينة هذا الدهر
 الا ترى ان حوامدتها ولو غير مشاهده * تسفل فى ابضاح ما فيه فاشده * فإذ يجب علينا مع القيرة
 والاجتهاد * ان نبحث عن كل علم هو منها مستفاد * وأن نعتبر ما يحصل من نتائجها المفيدة * من الفنون

العامّة النفع الجديدة * فلا ينبغي إهمال شيء من نظرياتها المرغوبة * إذ هي عِمَارَةٌ عن نصرّة العقل المطلقة
 * بل يجب التوفّل مع مزيد الرغبة * في إسرار موثرائها العادية المستحبة * إذا اجتهاد فيها لا يضيع
 هذراً * بل ينتج فوائد وثمرات غزيراً * هي اتّساع الإدراكات والتصورات * والإنقاذ من الاوهام
 والجهالات * ونقد الآراء المخيرة للنظر * ومعرفة الحوادث المهمة ذات الخطر * والوقوف
 على حقائقها * والإطلاع على دقائقها

هذا وما يدل على أهمية الطبيعة * وشرفها على غيرها من العلوم البديعة * أن علما كل قرن وقديماً
 الفلاسفة * سبق لهم في هذا العلم كبير ممارسة * فقد تصدّى هيراكليتس * وأكزيترون
 وديموكريث * وأبيقور * وأميندوقل * وأفلاطون * ومن
 حذى حذوهم من أرباب الفنون * للبحث عن تطبيق عدة حوادث طبيعية * لتظهر لهم حقيقة هذا
 العلم الخفية * لكهالم تظهر الانشئة قبل الميلاد * وكان ذلك بلاريب ولا ترداد * على
 يد الفيلسوف الشهير * ربّ الفهم العزيز * والعقل الذكي الراجح * استاذ اسكندر الأكبر
 الفاتح * أرسطاطليس الذي شاع ذكره * وانا العقول هذا له وبذره * وبسببه شكر والله
 هذا الملك الهام * خالفته أن رزقه في زمنه هذا العلام * فقد كان هذا الفيلسوف الجليل *
 والمخبر الشهم النبيل * يعين الاسكندر على فتوحاته * بآبائه عجائب فراساته *

وبعد أن مضى على ذلك خمسة عشر قرناً * وكادت اصول هذا العلم ان تفتى * ظهر في القرن السادس
 عشر * مزبج على المتقدمين واشتهر * الفيلسوف الانكليزي روجير كون * فاشتمالك
 بآبائه أرباب الفنون * الى هذا العلم النفيس * فأسس اعظم تأسيس * وفتح به
 الاوهام الفاسدة * وهدأ أساس الآراء الكاسدة * وعصّده بذهنه الصائب * ولم يلتفت
 الى ما قاساه فيه من المصائب *

وفي سنة من الميلاد ظهر رب الغيرة والاجتهاد المخبر الشهير الفرنسي * ريموس الذي هو
 للذكاء حاوي * فحش الناس على تعاطيه * وبذل الجهد والغيرة فيه * فعند ذلك أخذ هذا
 العلم في التقدم والبراح * ونجت قوامه البنية على الاستكشافات فانه النجاح *
 وفي القرن السادس عشر ظهر ديكرت الفرنسي واشتهر * فأزال من هذا العلم الاوهام الفلسفية *
 وادخل فيه العلوم الرياضية * فوضح بها ما خفي فيه من الاجزاء * ثم توالى ظهور الاحبار والعلماء *
 حتى ظهر صاحب الذهن الرائق * والعقل الراجح الفائق * من اشقى من المخير عليه * المعروف بالماهر

فأسر هذا العلم على أمنئ أساس * وأزال منه كل وسوسة وبأس * ومن هذا الوقت علت أركانه * وارتفع
 بين الناس شأنه * وسلك الطريقة القويمة * وصار له أي قيمة * وكان هذا الشهير يقاسى من أجله
 المشقات * وعبر وبها حتمات * وبعده بنصف قرن ظهر الفيلسوف المعروف * والخبر
 الهام المعروف * المعلم توثن الانكليزي * صاحب الرأي الثاقب الايريزي * الذكلم يسمي الدهر
 بمثله * فجري في ميدانه بخيله ورجله * وأدخل فيه طرقا حساية * تكفلت بايضاح مسائله
 الخفية * وحذا حذو توثن من تبعه من الرجال * فبلغ بذلك درجة الرفعة والكمال * ولم يزل
 اتخذ في الارتقاء * حتى استوى على اعلى مرتقا *

وبلجمله فكل صنعة مفتقرة اليه * ومدار كل حرفة عليه * وحيث أن الانسان عرضة لكثير من المؤثرات
 الطبيعية * لاسيما الحوادث الجوية والاسباب الاجنبية * يجب عليه أن يشمر ساجدا للجد والاجتهاد
 لدفع ما نزل به من الحوادث والمواد * ولا يتصل الى ذلك الا بالوقوف على حقيقة تلك المؤثرات *
 وتبين ما في تأثيرها وتغيرها من الكيفيات * والبحث عن أصلها * وعن طرق تقويتها *
 وبهذا يتضح لك موضوع هذا العلم ثمرة * وحده المميز لكتبه وقابله

بسم الله الرحمن الرحيم

درس أصلي في الطبيعة

الدرس الأول

مقدمة

يبدأ الجسم ما كان مادياً والمادة هي الجواهر التي تتركب منها الأجسام والأجسام ليست مركبة من مادة متصلة وإنما هي مركبة من أجزاء دقيقة من المادة منفصلة عن بعضها بأخيلة فارغة وهذه الأجزاء الصغيرة تسمى عناصر جوهرية والأخيلة التي تفصلها عن بعضها تسمى بالمسام

ثم أن جميع الأجسام ليست ذات مادة واحدة فان الذهب والكريت مثلاً يتركب أحدهما من مادة غير المادة التي يتركب منها الثاني وهناك أيضاً أجسام تحتوي على عدة أجناس من المادة وذلك كالخشب والزجاج والمرمر والأجسام البسيطة تطلق عادة على الأجسام المكونة من مادة ذات جنس واحد وأما الأجسام المركبة فهي المركبة من مواد مختلفة الجنس ولا يمكن أن يكون عدد الأجسام البسيطة معدوداً بوجه مطلق وذلك لسببين أحدهما انه ربما ظهر تركيب بعض الأجسام التي تعد من جملة الأجسام البسيطة والثاني انه ربما وجدت أجسام جديدة بسيطة بالبحث والتفتيش في بعض الأجسام المركبة والمحقق منها أربعة عند قدماء الطبيعيين وأما الآن فالمحقق منها ثمانية وخمسون جسماً وهذه الأجسام هي التي يتركب منها بواسطة اتحادها ببعضها جميع الأجسام المركبة

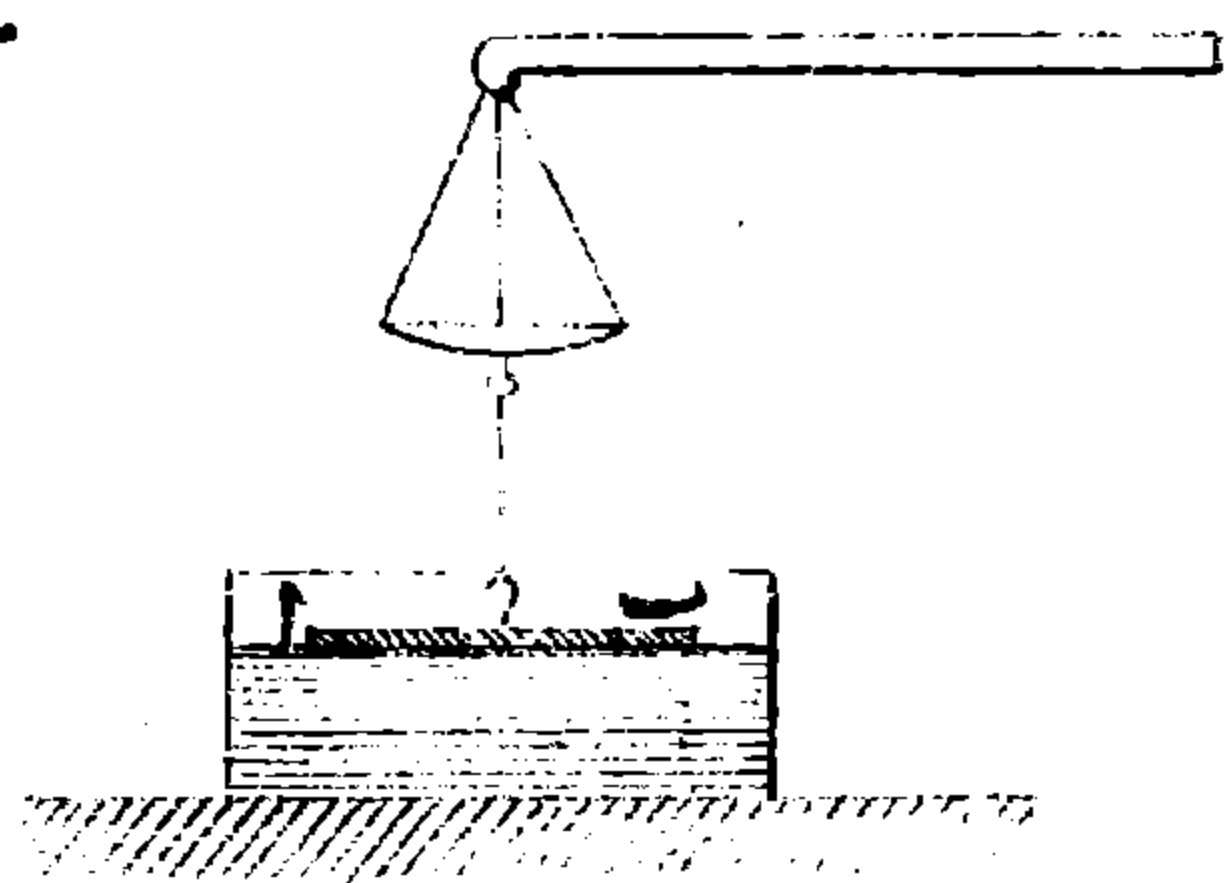
في أحوال الأجسام

يبدأ الأجسام التي تتركب منها الكرة الأرضية ليست على حالة واحدة فان بعضها جامد كالذهب والفضة والخشب وبعضها مائع كالآلئ والزئبق وبعضها غازي كالهواء المحيط بنا ويجب علينا أن نعرف حقيقة الأجسام الجامدة والأجسام المائعة والأجسام الغازية بوجه مضبوط فنقول —

أما الأجسام الجامدة فهي المركبة من أجزاء لا يمكن فصلها عن بعضها إلا بقوة كبيرة كانت أو قليلة وبناء عليه يقال انها مرتبطة ببعضها بواسطة تماسك قوي أو ضعيفاً وأما الأجسام المائعة فهي المركبة من أجزاء تنفصل عن بعضها بسهولة ومع ذلك فلا مانع من وجود الالتصاق فيها

فيها وأما الغازات فاجزاءها متحركة على بعضها دائماً وهي مستمرة التمدد والانتشار وقد تسمى الموائع والغازات في الغالب بالسوائل وتسميتها بهذا الاسم أعم وذلك بسبب سهولة اجزاءها الصغيرة وانزلاق بعضها فوق الأخر مع السهولة

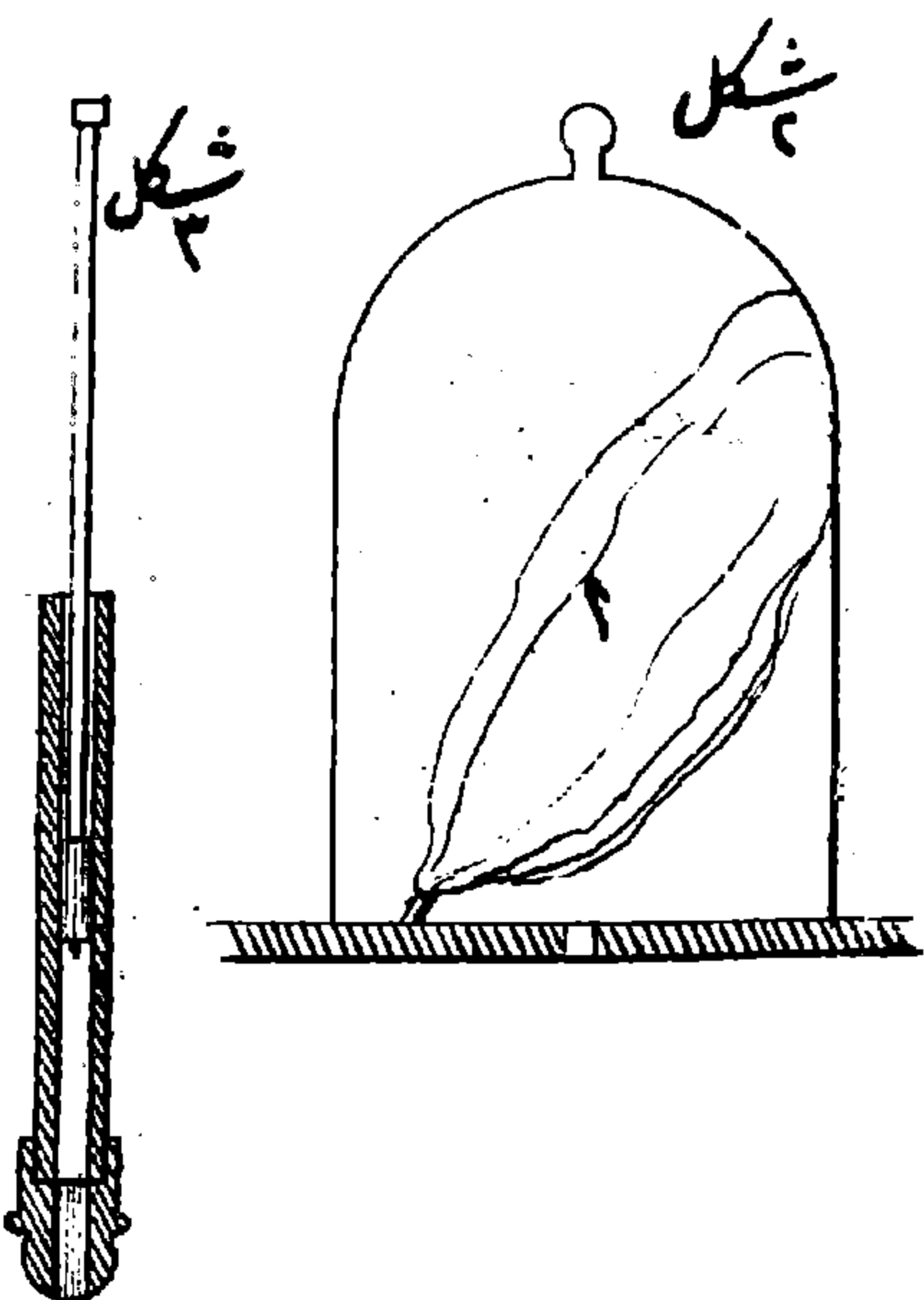
ومن البديهي معرفة التماسك الطبيعي لعناصر الجسم الجامد غير أن كلاً من التصاق العناصر المائعة وتمدد العناصر الغازية غير معروف حتى المعرفة وحينئذ فيجب بيانها بالتجربة وذلك بأن يعلق تحت إحدى كفتي ميزان لوح من الزجاج كاللوح ١ ب (من شكل ١) يكون مستوي أفقيًا ثم نعادله بأثقال توضع في الكفة الأخرى فإذا جعلنا حينئذ السطح الأسفل للوح مماساً لجرم من الماء أو من مائع آخر من الموائع نجد أنه يمكن إضافة أثقال أخرى للمتقدمة لا مانع من أن تكون كبيرة بدون خلل في التوازن وهذه التجربة أولاً على أنه لو لم يوجد التصاق بين لوح الزجاج والمائع لكي أقل ثقل فيخل التوازن



ثانياً على أن في عناصر المائع التصاقاً ولولا ذلك لالتصاق لرفع أدنى ثقل لوح الزجاج مع طبقة رقيقة من الماء الذي يمسّه

وتمدد العناصر الغازية سهل الإثبات وذلك لو وضعنا تحت ناقوس الآلة المفرغة مثانة كالمثانة ١ من (شكل ٢) وكان نصفها ممتلئاً من الهواء ثم فرغنا الهواء من الناقوس لتزائد حجم المثانة شيئاً فشيئاً وهذا يدل على عناصر الغاز التي تحتوي عليها المثانة ضغطت سطوحها الداخلية بسبب دفع العناصر المذكورة بعضها بعضاً

ويتوصل إلى مثل هذه النتيجة بواسطة الزند الهوائي وهو اصطوانة من زجاج أو من نحاس أصفر كما في (شكل ٣) مسدودة الأسفل بحرك فيها مكبس محكم يمنع دخول الخارج وخروج الداخل فإذا ضغطنا المكبس ضغطاً خفيفاً شاهدنا أنه ينزل في الاصطوانة وهذا يدل على أن الهواء قابل للضغط بالكيفية غير أنه يعود إلى حالته



بمروال الضغط وذلك يدل على أن عناصر الهواء تدفع قاعدة المكبس دفع بعضها بعضاً وتطلق المرونة أو الانتشار على قوة تمدد عناصر الغازات

ثم أن من الأجسام ما يظهر بثلاثة أحوال وذلك بحسب درجة الحرارة التي تعرض له كالأقنارة يكون جامداً أي جليداً أو تارة يكون مائعاً وتارة يكون غازاً أي بخاراً كما أن الكبريت قد يكون جامداً وقد يكون مائعاً وقد يكون غازاً ومنها ما يظهر بحالتين كالحديد والكحول أي روح البسيد ومنها ما لا يتغير عن حاله كالهواء والشمع

في الموراثات

يُند من حيث شأن الأجسام الموجودة في العالم لا يمكنها بذاتها أن تتحرك ولا أن تتغير من حالة إلى أخرى ولا أن تتكيف في تكيف وأنهم لا تلازم حالة سكونها بل قد تتحرك وأنها أغلبها يستحيل من حالة الجمود إلى حالة الميوعة وحالة الغازية وأن خواصها وجمها وطبيعتها تتكيف في كل لحظة يلزم أن يكون هناك أسباب لجميع تلك التغيرات ولحدوث جميع هذه التكيفات وتسمى هذه الأسباب بالموراثات وحقائق هذه الموراثات غير معروفة إذ لم توجد فيها خاصية ما من الخواص الضرورية للمادة وإن ظهرت لنا فلا يكون ذلك إلا بواسطة التكيفات التي تصل منها للأجسام وبواسطة الحركات التي توصلها إليها الحوادث التي تنتجها فيها وهي تنقسم إلى ثلاث أنواع

النوع الأول التركيب والقوة الحيوية

الثاني الجذب العام الذي هو عبارة عن الثقل والجذب الفلكي والجذب العنصري

والثالث مظهر الحرارة والضوء والمغناطيس والكهرباء

في الغرض من الطبيعة

يُند الطبيعة العامة هي البحث والوقوف على حقيقة العالم الطبيعي وهي تشمل على معرفة الأجسام وعلى الحوادث الناتجة ^{من} الموراثات وهذا العلم يمنع المباحث لأنه يشمل على علم الفلك وعلى التاريخ الطبيعي وعلى الكيمياء وعلى الطبيعة المحضة

والغرض من الطبيعة المحضة الوقوف على حقيقة الخواص العامة للأجسام وعلى حقيقة حوادث الثقل والجذب العنصري والحرارة والمغناطيس والكهربائية والضوء إذا كانت هذه الحوادث غير معصوبة بتغير دائم في طبيعة الأجسام ولا يبحث في هذا العلم عن الخواص

الخاصة

الخاصة للأجسام ولا عن التركيب ولا عن الجذب الفلكي ولا عن الحوادث التي يتكيف فيها طبيعة
الأجسام بوجه ما ولا بالوقوف على معرفتها هنا لأن كلاً مما ذكرنا صريح من القنود الثلاثة
الأخر التي يشتملها مع علم الطبيعة المختصة علم الطبيعة العامة
وحيث تقررت هذه التعريفات فلا مانع من الكلام على الغرض من الطبيعة المختصة
الباب الأول

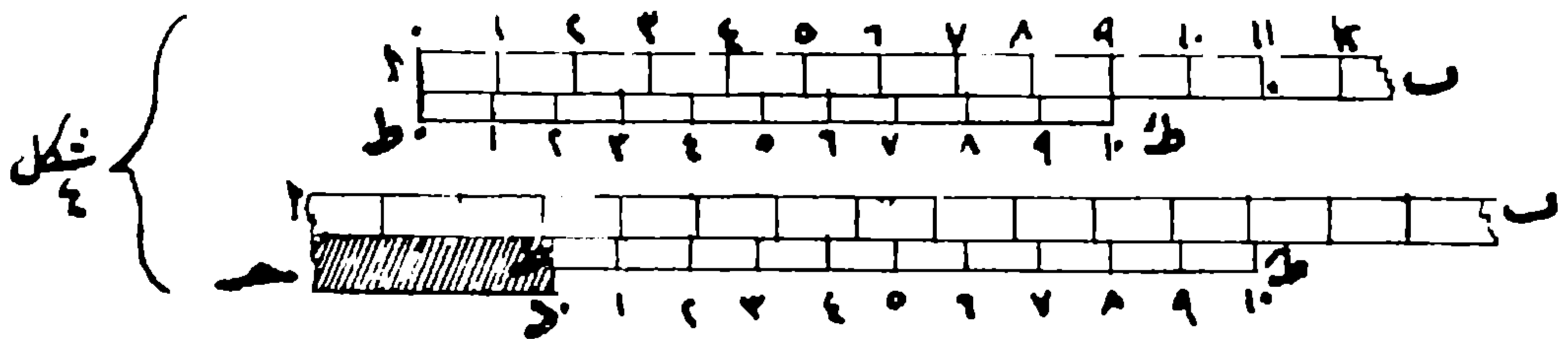
في الخواص العامة للأجسام
يبدأ خواص الأجسام هي طرق تكونها المختلفة وهي مسكا خصوصية أو عمومية أما
الخواص الخصوصية فلا تصلح إلا لبعض الأجسام وأما الخواص العمومية فتصلح لجميع الأجسام
على أي حالة تظهر بها تلك الأجسام وأصول الخواص المذكورة ستة وهي التحيز وعدم
التداخل والمسامية وقابلية الانقسام وقابلية الحركة والقصور الذاتي فالتحيز وعدم
التداخل ضروريان لتصور المادة وبقية الخواص ليست ضرورية لتصورها لأنه يمكن
تصور الأجسام بدونها

في التحيز

يبدأ التحيز أن يشغل الجسم مقدراً من الفراغ الموهوم وهذا المقدار يسمى حيز هذا الجسم
والتحيز هو إحدى الخواص الضرورية للأجسام لكنه غير كاف لتحقيق وجودها وذلك لأن
صور الأشياء التي تنعكس في المرايا يظهر أنها متحيزة ومع ذلك فليست أجساماً
ووجب علينا أن نذكر هنا طريقة لقياس الأطوال مع الضغط وذلك بأن نطبق الوحدة
المخطية كالترمثلاً وتقاسمها الثانوي على الطول المفروض ثم ننظر لعدد الأمتار والسمات
والسنتيمترات والميليمترات التي يحتوي عليها الطول المراد تقديره لكن إذا كان الطول لا يوافق
أحد التقاسيم لا يلزم أن نقسم أيضاً الميليمترات إلى عدة أجزاء متساوية لأن بذلك
تعظم صعوبة العملية ولو فرض أنها تمت لخصر على الإنسان أن يميز القسم الحقيقي الموافق
لنهاية الطول بل يستغنى عن مثل هذا التقسيم باستعمال آلة الورنية سميت باسم
مخترعها وكيفية عمل تلك الآلة أن تأخذ مسطرة كالمسطرة أ ب كافي (شكل ١)
المستعملة وحدة ثم نقسمها إلى ميليمترات

فإذا أردنا أن نقيس الأطوال المقربة بعشر الميليمترات تأخذ مسطرة أخرى كالمسطرة ط

طولها ٩^٥ وتقسمها إلى عشرة أجزاء متساوية فهذه المسطرة هي الورنية وكل جزء من أجزائها



يعادل $\frac{9}{10}$ المليمتر وينقص عن أجزاء المسطرة الأولى بقدر $\frac{1}{10}$ المليمتر فإذا طبقنا
 حينئذ الورنية ط ط على المسطرة أ ب بانطباقا بين الطرف ١ والطرف ط
 لا يكون هناك مطابقة بين بقايا التقسيمين فيتأخر خط النمرة ١ من الورنية بقدر $\frac{1}{10}$
 المليمتر وخط النمرة ٢ بقدر $\frac{2}{10}$ وخط النمرة ٣ بقدر $\frac{3}{10}$ وهكذا وإذا
 طابقنا بين خط النمرة ١ من الورنية وبين الخط المقابل له من المسطرة تقدمت الورنية بقدر
 $\frac{1}{10}$ المليمتر مبتدأً من نهاية المسطرة وتتقدم بقدر $\frac{2}{10}$ و $\frac{3}{10}$ و $\frac{4}{10}$ وهكذا
 إذا طابقنا بين خطوط النمرة ٢ و ٣ و ٤ وهكذا من الورنية وبين نظائرها من المسطرة
 بطريقة استعمال الآلة المذكورة خالية عن الصعوبة وذلك إذا أردنا قياس الطول ح د
 مقرباً بعشر المليمتر نضع هذا الطول على المسطرة أ ب المجدولة واحدة بانطبق الأطراف
 على بعضها فنجد جملة مليمترات وكسراً لا بد من تقديره ولهذا نطبق ورنية ط ط على
 نهاية الطول التي هي د ثم نلاحظ خط الورنية الذي ينطبق على أحد خطوط المسطرة
 فإن كان ذلك هو خط النمرة ٦ كما هو متشاهد في الشكل كان ذلك دليلاً على أن الكسر يعادل
 $\frac{6}{10}$ المليمتر ولا تنفيذ الورنية المذكورة إلا التقريب بعشر المليمتر وقد يمكن أن يعمل منها أنواع أخرى
 تضيد تقريبات مختلفة إما بواحد من عشرين أو بواحد من خمسين من المليمتر وذلك بأن نأخذ
 مسطرة يكون قدرها ١٩ أو ٤٩ مليمترًا ونقسمها إلى ٢٠ أو ٥٠ جزءاً متساوية
 وبصعب علينا أن نتحصل على تقريب أعظم من ذلك لأنه لو زاد التقسيم عن هذا الحد لاختلفت جملة
 من خطوط الورنية بالنظر إلى عرضها بخطوط المسطرة المجدولة واحدة ولم يعرف الخط الذي يختار
 ويجعل خطأ الانطباق وتستعمل الورنية أيضاً في قياس الدقائق والثواني التي يحتوي عليها قوس قزح

في عدم التداخل

يُند عدم التداخل هو أن لا يشغل جسمان أو عنصران من جسمين أحدهما في آن واحد وتعلقه
 بالعناصر المادية أخص من تعلقه بالأجسام لأنه يمكن تقليل حجم الجسم بتبنيه أو بتعريفه
 لنفط كبير

كثيراً وقليل وقابلية التداخل الصورية للأجسام ناشئة عن الاخيلة الموجودة بين عناصرها
واجزائها المادية وهذه الاخيلة في الحقيقة يقل امتدادها بواسطة تأثير عدة قوى
ومن المعلوم عند كل انسان عدم تداخل العناصر المادية للأجسام الجامدة والأجسام المائعة
وأما عدم تداخل الغازات فغير معروف عند الخاص والعام وينظر ذلك بغس زجاجة مقلوبة
في الماء فيرى حينئذ أن الماء لا يرتفع في الزجاجة الا قليلاً وهذا يدل على أن الهواء الداخلي منع دخوله
الماء ويدل أيضاً على أن الهواء مركب من اجزاء عديمة التداخل كالأجسام الجامدة والأجسام المائعة

في المسام

بند المسامية هي أن يكون في الأجسام مسام أي أخيلة بين اجزائها المادية
والمسام على نوعين أحدهما ما كان غير منظور ولا يوجد الا بين عناصر الأجسام ولا يمكن أن يقبل
جوهر مادياً بدون تأثير كماوى ويسمى ذلك بالمسام العنصرية وهو موجود في جميع الأجسام
والثاني ما كان منظوراً بمجرد النظر فقط أو بواسطة الآلة المعظمة فيمكن أن تدخل فيه الغازات والموائع
وان تدخل فيه أيضاً الأجسام الجامدة في بعض الأحيان ولا يوجد النوع الثاني من المسام في جميع
الأجسام ويكون في كثير من الأجسام الجامدة

وتتحقق مسامية الخشب بواسطة أننا من زجاج كالآنا ا ب ح د من (شكله) منقسم

الى قسمين منفصلين عن بعضهما بواسطة حاجز من خشب

كالحاجز م د فاذا وضعنا زئبقاً في القسم

الاعلى وفرغنا الهواء من القسم الآخر وشح الزئبق

من مسام الخشب وسقط في الاصطوانة على هيئة

رذاذ أي مطرد دقيق ويصح تعويض الحاجز المذكور

بجلد الغزال أو بجلد الأروى والامتصاص هو الطريقة



السهلة في اثبات مسام الطباشير وغيره من الأجسام الاخر فاذا غمسنا قطعة من الطباشير

في الماء نرى انه يخرج منه في الوقت والساعة فقاقع اي كرات صغيرة تصعد الى اعلى الموائع وما هي الا هواء

كان شاعلاً مسام الطباشير فصعد منها بمجرد ان دخل الماء فيها ومن البراهين القاطعة على الامتصاص

انك اذا كسرت قطعة الطباشير بعد مضي مدة من الزمن وجدتها مبتلة الباطن وفي المعادن

الكثيفة جداً مسام ايضاً قابلة لدخول الموائع فيها فانا اذا عرضنا كرة من الذهب أو من الفضة

ممتلئة من الماء لضغط شديد شاهدنا شرح المائع على سطحها
وإن يقتضى ما تقدم يجب أن تميز الحيز الحقيقي للجسم من حيزه الظاهري أما الحيز الظاهري فهو جزء
الفرغ الذي يشغله وأما الحيز الحقيقي فهو الجزء الذي تشغله العناصر مجردة عن المسام
والحيز الحقيقي للجسم لا يتغير وأما حيزه الظاهري فيمكن أن يزيد أو ينقص بواسطة تأثير القوى
التي تقع عليه

في قابلية الانقسام

نجد كل جسم قابل للتجزئة إلى أجزاء وجزءه إلى أجزاء وهكذا إلى أن تخفى أجزاءه عنا بسبب دقتها
خفاً كلياً بحيث لا يمكن إدراكها إلا بواسطة الحواس ولا بواسطة الآلات
ولإثبات هذه الخاصية أمثلة كثيرة نقتصر على بعضها فنقول —

إذا فتحنا زجراً محتوياً على مسك أو عطر ورد في محل انتشرت رائحته في المحل كأننا ما كان تساعد
وما ذاك إلا أنه خرج من المربع المذكور مادة انفصلت مما فيه مع أن مقدار المادة الخارجة
لا يكاد يدرك ومن هذا القبيل الملونات فأنك لو وضعت حبة من اللؤلؤ في أناء ممتلئ من الماء
وحركت الماء لتلونت جميع أجزائه ولو ادنا تقسيم معدن من المعادن كالذهب لوجدنا أنه
لا مانع من أن يستحيل إلى صفائح رقيقة جداً حتى أن صفيحة إذا انطبقت على
بعضها لا يبلغ سمها كما سمك سنتيمتر واحد ويمكن أن يعمل من الغرام الواحد من هذا المعدن
سلك طوله عدة فراسخ

وقد نشأ من هذا الانقسام الدقيق للجسم سؤال حاصله هل لهذا الانقسام نهاية أم لا
فالجواب مع الضبط والدقة أن الانقسام عقلاً لا ينتهي لأن الكمية كأنها ما كان صغرها يتعقل
لها دائماً نصف وثلث وربع وهكذا وأما الانقسام فعلاً أي بواسطة المؤثرات أو بطريقة
أخرى فالمشاهد أن له حداً معلوماً لا يتجاوز كما يظهر ذلك من أدنى الحوادث الطبيعية
والحوادث الكيماوية ويمكن أن يقال أنه يتجاوز هذا الحد بسبب تأثير مؤثر يكون أقوى
من المؤثرات التي نعرفها فيشذ يعود السؤال بعينه هل الانقسام محدود أو غير محدود
لأن تأثير قوى المؤثرات غير محدود أي أنه لا يمكن تحقيقه مع الضبط وقد كان قدماء الطبيعيين
لا يقولون بالانقسام إلى غير النهاية وكان أخرجه تنتهي القسمة إليه فعلاً عندهم هو الجوهر
الفرد والجوهر الفرد هو الجزء الذي لا يتجزأ بحال من الأحوال —

في الحركة

بند الحركة هي الانتقال من محل إلى آخر ثم الجسم اما ساكن ان شغلت عناصره محلاً واحداً
واما متحرك ان شغلت عناصره عدة محال بانتقاله على التوالي
والسكون اما مطلق أو نسبي والحركة اما مطلقة واما نسبية ولنيز كلاً من هذه الأقسام
أما السكون المطلق فهو في الجسم مع كل من اجزائه في المحل الشاغل له من الفراغ
والنسبي ان لا يتغير عن محاذاته لغيره من الأجسام المفروضة ثابتة وان كانت في
الواقع متحركة ولا وجود للسكون المطلق فان البيوت والاشجار وغيرهما من الاشياء التي
تظهر لنا ثابتة على سطح الأرض ليس سكونها الاسكوناً نسبياً لان محلها في الفراغ يتغير
في كل لحظة حيث انها تنتقل بدوران الأرض حول الشمس وبدوران الأرض على محورها
وأما الحركة المطلقة فهي حالة الجسم الذي يتغير محله في الفراغ بقطع النظر عن نفسه
والحركة النسبية هي حالة الجسم الذي ينتقل بالنظر الى غيره من الاجسام المفروضة
ثابتة ولا يمكن قياس الحركة المطلقة لانه لا يوجد نقطة ما ثابتة تفعل هذا المقارنة

في القصور الذاتي

بند القصور الذاتي هو ان لا يتحرك الجسم بذاته ان كان ساكناً وان لا يكتسب بذاته ان كان متحركاً
وقد اثبتت التجارب ان الجسم الساكن لا يتحرك ابداً بذاته لكن الجسم اذا كان متحركاً
يستمر على هذه الحركة بدون تغيرها وانعدامها بل لا بد من احد هذين الأمرين
فان الحوادث المتجددة في كل لحظة على سطح الأرض يظهر منها عكس استمراره على الحركة بدو
تغير وانعدام وبامعان النظر في احوال تغيرات الجسم نحكم بانه لا بد لهذا التغير من
سبب اجنبي يقل التغير بقدر قلة تأثيره فمن جملة الأسباب الأجنبية الثقل والاحتكاك
ومقاومة الموائمة

فأمّا احتكاك السطح فيمكن لتحقيق تأثيره قذف كرة من عاج على سطح بليارد ثم عد
مرات الذهاب والإياب فكلما كان الجوخ الذي على سطحه ناعماً كلما ازداد عدد المرات
ولو أبداً لنا الجوخ بمستوى المرمي مصقول صقلاً جيداً لازداد عدد المرات واما مقاومة

الموسيط فتأثيره ظاهر ويكنى لتحقيقها ربط جسم ودفعه مرة في الهواء ومرة في الماء ليرتجح رجحاً متوالية فيشاهد أن عدد الرججات الواقعة في الماء قبل أن يرجع الجسم الى محل سكونه اقل من عدد الرججات الواقعة في المتوسط الأول أى الهواء ولينين وجه الفرق بين عددي الرججات في كل من المتوسطين بقول أن الجسم لا يتحرك في سائل الا بطرده العناصر المادية الموجودة في ممره ويطردها تكتسب منه حركة يفقدها هو وهذا الفقد يختلف باختلاف السوائل فيزداد مقداره بازدياد الاجزاء المادية وتراكها فهذه الأمثلة تدل على وجود أسباب تؤثر في الحركة ولو ازيلت تلك الاسباب لم يحصل في الحركة تغير اذا عرفت ذلك فالواجب ان نشرع في القوى أعني أسباب الحركة فنقول —

الدرس الثاني في القوى

يشد القوة كل سبب ينتقل به الجسم من حالة السكون الى حالة الحركة او هي السبب الذي يكتف الحركة الموجودة في الجسم بوجه ما ولنعبر في القوة نقطة وقوعها واتجاهها وقدرها اما نقطة وقوع النقطة فهي نقطة من الجسم تؤثر فيها القوة مباشرة واما اتجاه القوة فهو الخط المستقيم الذي يتحرك الجسم بحسبه واما القدر فهو مقدار القوة ضعفاً وشدة وقياس القوى كقياس جميع المقادير وذلك ان نسبها الى كمية من نوعها تعتبر وحدة فبين القوة المراد تقديرها بهذه الوحدة بأعداد ١ ٢ ٣ ٤ وهكذا اذا ساوت تلك القوة وحدة القوى او كانت ضعفها او ثلاثة امثالها او اربعة امثالها وهكذا وحيث امكن تبين القوى بالاعداد يمكن تبينها ايضاً بالخطوط المتناسبة مع تلك الأعداد

في تركيب القوى

يشد اذا كانت نقطة منقادة لتأثير قوتين أو أكثر لا تتحرك الا حركة واحدة فقط ويمكن حينئذ ايجاد قوة واحدة معلومة الاتجاه والقدر تأثيرها عين التأثير المذكور في هذه النقطة

النقطة فيشتد تكون قائمة مقام جميع القوى التي تؤثر في الجسم وهذه القوى الواحدة التي تقوم مقام جميع القوى تسمى بالقوة المحصلة أو ناتج القوى والقوى المكونة لهذه المحصلة تسمى بتركيبها ومن المهد في مسائل من الطبيعة معرفة ايجاد المحصلة من عدة قوى أو تركيب جملتها قوى لاحداث قوة واحدة تسد مسدها فيجب علينا حينئذ ان نستعين من علم الميكانيكا بآيات القواعد الأصلية المسلوكة في هذا التركيب ولنذكر تلك القواعد فنقول

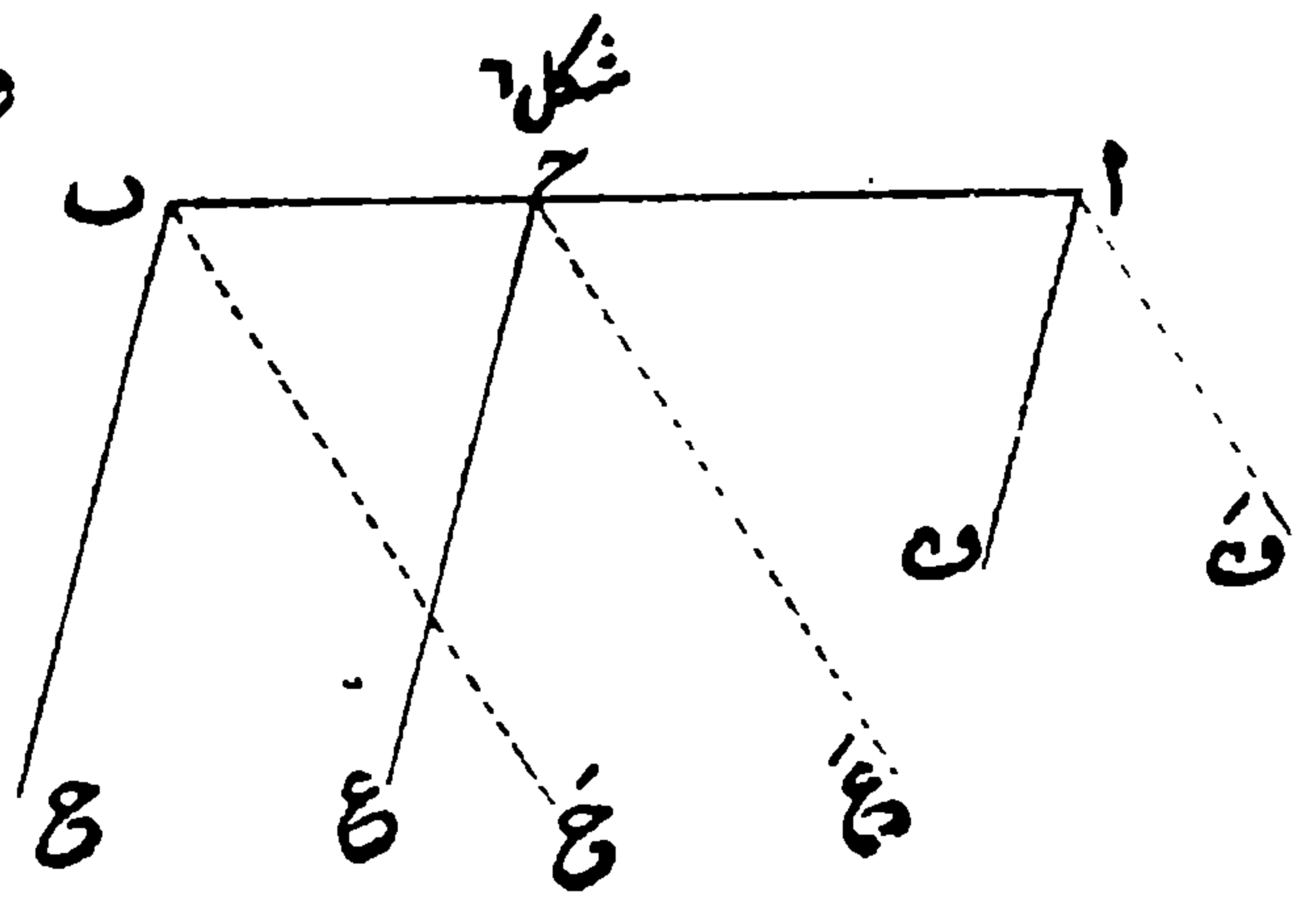
القاعدة الاولى اذا اثرت عدة قوى على اتجاه واحد في جهة واحدة فان القوة المحصلة تساوى بالضرور مجموعها وأما اذا اثرت قوى على اتجاه واحد في جهتين متضادتين جمعت القوى المؤثرة في جهة واحدة وطرح منها مجموع القوى المؤثرة في الجهة المضادة للجهة الاولى فتكون القوة المحصلة مساوية لفاضل هذين المجموعين وتأثيرها يكون في جهة اكبر المجموعين

الثانية اذا اثرت عدة قوى في جسم واحد وكان اتجاه كل منها موازيا لاتجاه الآخر وفي جهة واحدة فان القوة المحصلة تكون موازية لها ومساوية لمجموعها فالقوتان a و b من الشكل (٦) اذا كانتا واقعيتين في النقطتين a و b فان النقطة c التي هي نقطة

وقوع القوة المحصلة تقسم المستقيم ab إلى جزئين ca و cb مناسبين عكسا للقوتين a و b و b و c ويشذنتين تلك النقطة بواسطة هذه النسابة

$$a : b :: c : ca$$

واذا كان هناك عدة قوى متوازية حُصِّلَتْ

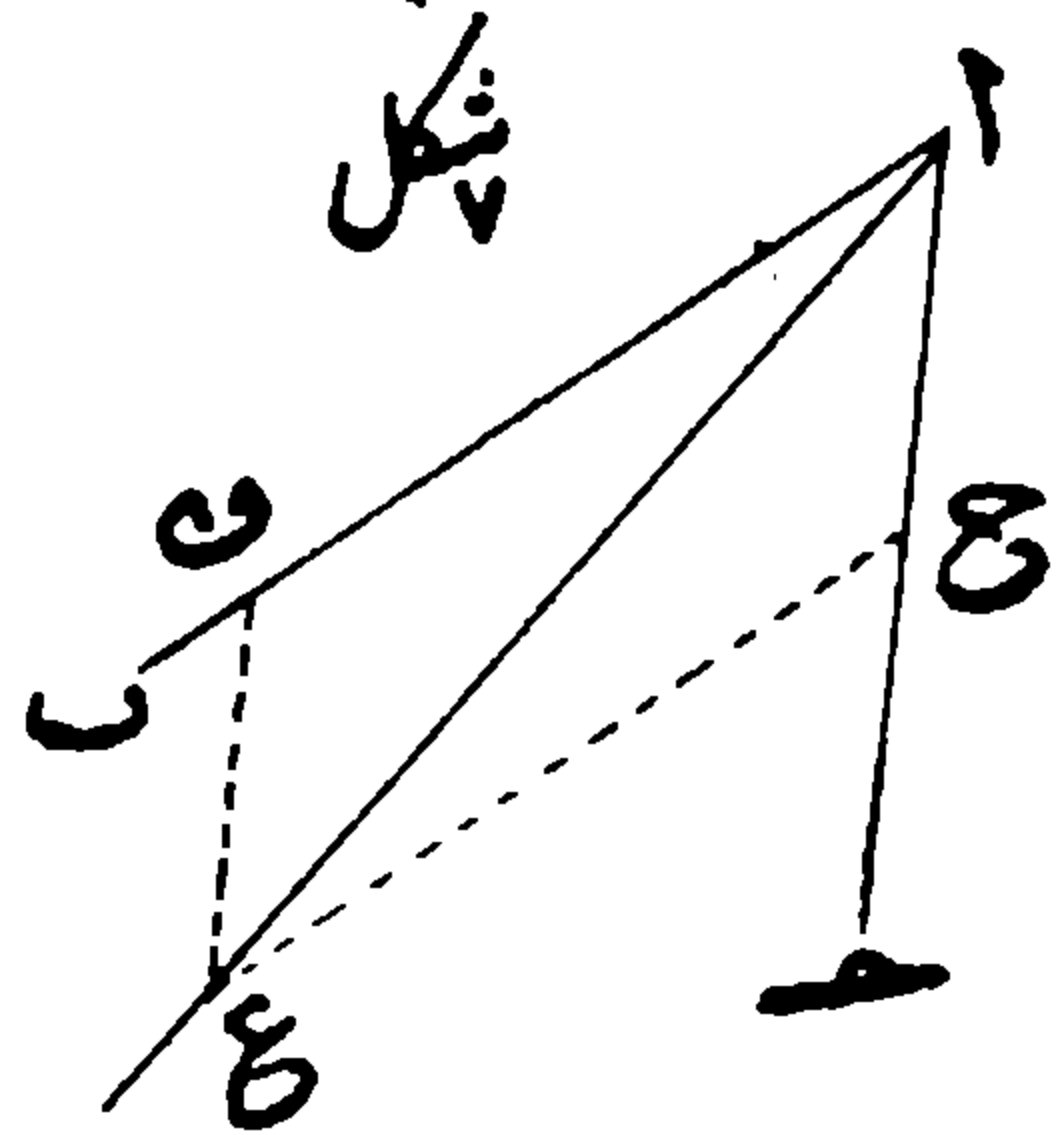


الاولى والثانية ثم حُصِّلَتْ محصلتهما مع القوة الثالثة وهكذا

وينبغي أن يعلم أن النقطة c التي تمر منها القوة المحصلة من القوتين a و b هي

المتوازيتين لا تتعلق باتجاه تلك القوى فاننا اذا امكننا القوى المذكورة الى اتجاه آخر مرتب القوة المحصلة الجديدة ايضا بالنقطة المذكورة بشرط أن لا تتغير نسب اقدار القوى ولأن تتغير موازاتها لبعضها وهذا مما أتت وإن كرر عدد القوى وهذه النقطة التي تقاطع فيها القوى المحصلة الناتجة من امالة القوى في اوضاع مختلفة تسمى بمركز القوى المتوازية

الثالثة اذا أثرت القوى على اتجاهات مختلفة وتلاقفت في نقطة واحدة امكن ايضا تحصيل قوتها المحصلة
فالقوتان ١ و ٢ من (شكل ٧) تعين محصلتهما بانشاء متوازي الاضلاع
١ و ٢ على الخطين ١ و ٢ من (شكل ٧) الدالين على القوتين قدرًا واتجاهًا فيشتد تعين
القوة المحصلة بالخط ١ ع الذي هو قطر متوازي
الاضلاع المذكور وبهذا يسهل الانتقال من هذه
الحالة الى حالة تعدد القوى



وقاعدة متوازي الاضلاع للقوتين وبسبيلة ايضا
لتحليل القوة الواحدة الى قوتين باتجاههما معلوم

فاذا اريد مثلا تحليل القوة ١ ع الى قوتين موجهتين على الخطين ١ ب و ١ ح يمد من النقطة
ع خطان موازيان للخطين ١ ب و ١ ح فبدل الطولان ١ و ٢ اللذان
صار تعيينهما بهذه المثابة على مقدارى المركبتين للقوة ١ ع
واذا كان الجسم متقادا لتأثير قوتين أو عدة قوى وكانت محصلة تلك القوى معدومة بوى هذا
الجسم ساكنا ويقال حينئذ ان القوى متوازنة أو ان الجسم متوازن والفرق بين المتوازن والسكن
ان الساكن هو الذى لا يقع عليه قوة ما وان المتوازن هو الذى وقعت عليه قوتان متماحيتان
أو أكثر كذلك

فى تقسيم القوة

يند القوة اما ان تؤثر فى الجسم دفعة وتفارقه وتسمى بالمفارقة واما ان تؤثر فيه مادام متحركاً
وتسمى بالملازمة ولا تعتبر من اقسام القوة الملازمة الا القوة الثابتة القدر والاتجاه فى كل
لحظة من الحركة وهى اما متزايدة أو متناقصة وذلك على حسب ازدياد الحركة أو تناقصها ويتولد
من القوة المفارقة والقوة الملازمة نوعان من الحركة وهما الحركة المنتظمة والحركة المتغيرة

فى الحركة المنتظمة

يند تطلق الحركة المنتظمة على كل حركة تساوت فيها المسافات المقطوعة فى اوقات متساوية
أو تناسبت فيها المسافات المقطوعة مع الاوقات اللازمة لقطعها

فالقوة
المنتظمة

على

فالقوة المفارقة تحدث بتأثيرها في الجسم حركة منتظمة مستقيمة لان الجسم لما كان لا يمكنه بالنظر لقصوره الذاتي أن يسرع حركته ولا أن يبطئها ولا أن يغير اتجاهها وجب أن يقطع مسافات متساوية في اوقات كذلك وأن يتبع دائماً الخط المستقيم الذي ابتدأ برسمه ومثال الحركة المنتظمة المنحنية الخط حركة دوران الأرض على محورها جميع نقطتها تدور مع الانظام حول خط القطبين وتقطع في ٢٤ ساعة دوائر عمودية على هذا الخط

والسرعة في الحركة المنتظمة هي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن فاذا قطع الجسم فراسخ أو ٦ أو ٧ في الساعة الواحدة كانت سرعته ٥ أو ٦ أو ٧ فراسخ في تلك الساعة وتكون سرعته ٥ أو ٦ أو ٧ امتار في الثانية الواحدة اذا قطع ٥ أو ٦ أو ٧ امتار في تلك الثانية وهناك ارتباط بسيط بين سرعة الجسم والمسافة التي يقطعها في وقت معلوم وتتحصل هذه المسافة الكلية بتكرار السرعة عدة مرات بقدر وحدات الزمن اعني بضرب السرعة في الزمن فنجد حينئذ $m = s \times t$ يجعل s رمز السرعة و m للمسافة المقطوعة مدة الزمن t وينتج من هذا القانون ان السرعة تساوي المسافة المقطوعة في زمن ما مقسومة على الزمن

في قياس القوى

نريد في هذا المبحث أن نعرف ما تعلق بالحركة المنتظمة فلا مانع من ان نبين قواعد قياس القوى المفارقة بواسطة تحريكها للأجسام فنقول

القاعدة الأولى القوى المفارقة تكون مناسبة للسرعة التي تحدثها تلك القوى في جسم واحد وهذه القاعدة تكاد أن تكون

الثانية القوى المفارقة تكون مناسبة لجسمات الاجسام التي تحركها بسرعات متساوية ومجسم الجسم هو مجموع اجزائه المادية لكن بطريقة الوقوف على كمية اجزاء الجسم المادية لاجل تقارنته بغيره غير ممكنة لانه لا يمكن حصر اجزائه المادية فيقال حينئذ ان الجسمين يكونان متساويين في الجسم اذا اخذنا من تأثير قوتين متساويتين وان الجسم يكون مجسم منصف مجسم جسم آخر او ثلاثة امثاله وهكذا اذا احتاج لقوة ضعف القوة الأولى او ثلاثة امثاله وهكذا لاجل أن تحدث فيه السرعة بعينها وحينئذ فالقاعدة المذكورة نتيجة تعريف الجسمات المتساوية القاعدة الثالثة القوى المفارقة التي تؤثر في الجسمات المختلفة وتحدث سرعات مختلفة تكون

متناسبة مع حاصل ضرب الجسم في السرعة وهذه القاعدة نتيجة القاعدتين المتقدمتين فاذا اعتبرنا
قوتين ق هـ ق هـ محدثتين سرعتين س س لجسمين م م وفرضنا قوة مساعدة
ق هـ محدثة سرعة للجسم م كان

$$ق : ق هـ :: س : س هـ , ك : ق هـ :: م : م هـ$$

وينتج من ذلك أن ق هـ : ق هـ :: م س : م س

وهذه المناسبة عبارة عن القاعدة الثالثة وتفيد أن القوة تعاس بحاصل ضرب جسم
الجسم المؤثرة فيه في سرعته التي أحدثتها تلك القوة وهذا الحاصل هو المسمى بكيفية الحركة

فاذا فرضنا في المناسبة المتقدمة ق هـ = ق صار م س = م س أو س : س هـ :: م : م هـ
ومنه تنتج قاعدة جديدة هي أن السرعة التي تحدث من قوة واحدة في مجسمات مختلفة تكونت
متناسبة العكس مع تلك المجسمات

في الحركة المتغيرة

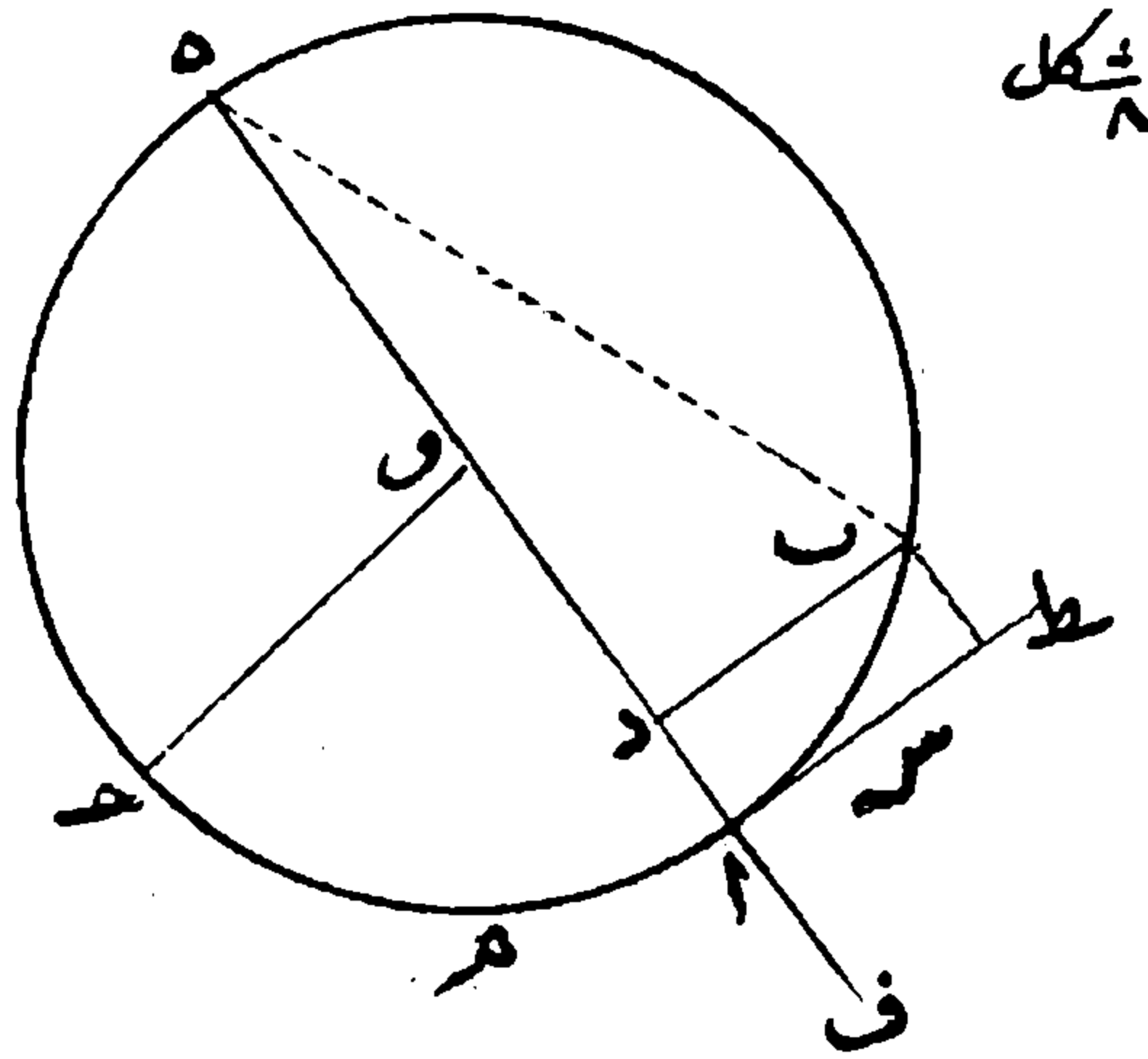
بند الحركة المتغيرة حركة بها يقطع الجسم مسافات غير متساوية في اوقات متساوية وهذه
الحركة تنشأ عن القوة الملازمة لان كل من دفعاتها لا بد أن يغير حركة المتحرك فتتقدم تارة
وتأخر أخرى وربما تغير اتجاهه فتتغير سرعة الحركة المتغيرة في كل لحظة فلاجل تحصيل السرعة
المطلوبة بعد زمن معلوم نزال القوة بمجرد أن تؤثر في المتحرك مدة الزمن المذكور ثم تقاس المسافة
المقطوعة مدة وسرعة الزمن التالي لذلك الزمن فتدل هذه المسافة على السرعة التي بها يتحرك
المتحرك تحركاً منتظماً اذا لم تتكرر دفعات القوى او على السرعة التي يكنسها في حركته المتغيرة فتتغير
السرعة بتغير الزمن تغيراً لا حصر له قوانينه فينشأ عن ذلك تحرك كان متغيراً لا حصر لها تابعة
لطبيعة القوة ولا يبحث في علم الطبيعة الا عن الحركة المنتظمة التغير وهي الناجمة عن قوة ثابتة
وقد تكفل بنو صريح قوانينها علم الميكانيكا

في القوة المبعدة

بند القوة المبعدة قوة بها يميل الجسم دائماً في حركته الى التباعد عن مركز المحيط أي انه اذا تحرك
الجسم على الانحناء حدثت من حركته في كل لحظة قوة تنشأ عن ميله الى التحرك على الاستقامة

فاذا

فإذا علقنا جسماً في نهاية خيط غير قابل للتمدد كالنهاية حـ من (الشكل ٨) وحركناه حول نقطة ثابتة بدفعة واحدة أو دفعات متوالية رسم محيط دائرة أ ب حـ وبقي الخيط مشدوداً دائماً على شكل خط مستقيم وما ذلك الشد إلا لوجود قوة تبعد الجسم عن مركز الدائرة ولنبين كيفية حدوث هذا الشد ملاحظين القوس الذي للمادة فنقول



باعتبار أن محيط الدائرة أ ب حـ شكل كثير الأضلاع منتظم لا يمكن حصر عدد أضلاعه الصغيرة جداً يقال إذا وصل الجسم إلى النقطة أ من المخطي ما إلى التركز على امتداد الجزء أ ب الصغير الذي يرسمه اعني على اتجاه المماس ط في النقطة أ من المحيط غير أنه لا يثبت أن تلك هذا الاتجاه لأنه ممسوك بالخيط على بعد ثابت من المركز فيلزم حينئذ أن تتحلل القوة التي كانت تجذبه نحو أ ط إلى قوتين تنحصر أحدهما نحو مركز الجسم الصغير أ ب من المحيط الذي يلزم أن يتبعه والثانية نحو الخط أ ب العمودي على هذا الجزء الصغير اعني على امتداد نصف القطر فهذه القوة الأخيرة هي القوة البعده وتسمى أيضاً بالقوة الطاردة عن المركز وهي تميل دائماً إلى تبعد الجسم عن مركز المحيط ومحل تطبيقاتها والحسابات المتعلقة بها علم الميكانيكا

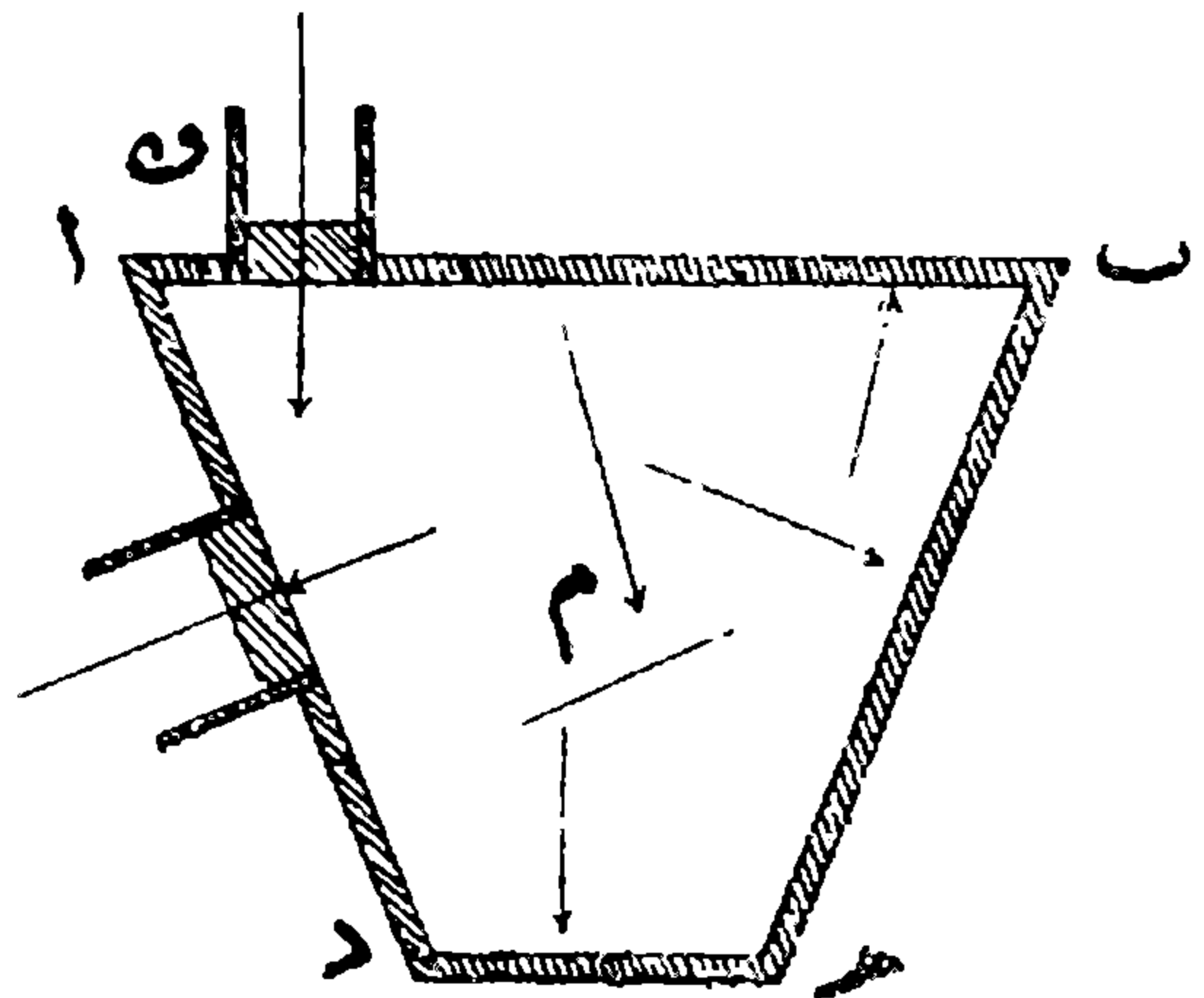
في الشاغل أو جذب الأرض

١٩ يند الشاغل بسبب مجنون الحقيقة به تسقط الأجسام على سطح الأرض وكلها متفاده إلى تأثيره وأما سبب ان بعضها كال دخان والسحاب والقباب الطيارة عموماً عن ان يسقط بكيفية الأجسام فمبتضخ فيما سباني ولا بد من ان يجذب الجسم الكرة الأرضية وان يبربعده عن نفسها بشرط أن لا يتجاوز حد جذبها وهذا هو سبب سقوط المطر والبرد والثلج وسبب ثبوت القمر أيضاً في مداره مع تأثير القوة البعده التي تقتضيه دائماً تبعده عنها وكذا لا بد من ان يجذب أيضاً وان كبرست الأعماق كما هو مشاهد في الآبار والكوف والمغارات

الباب الثاني في الادروستاتيك اى علم موازنه الموائع

الادروستاتيك علم به تعرف قوانين توازن الموائع وقوانين الضغط الناشئ عن الموائع المذكورة والمائع مركب من عناصر تنفصل عن بعضها باءنى قوة والموائع في الادروستاتيك تعتبر غير قابلة للضغط وعليه فيمكن تغيير شكلها بدون أن يتغير حجمها والموائع الموجودة في الطبيعة وان لم تكن تامة الميوعة لا تخرج عن هذا التعريف لان القوانين المقررة في هذا البحث مطبقة على الموائع الطبيعية بدون خطأ ظاهر وجميع قوانين الادروستاتيك مبنية على قاعدة ناتجة من تعريف الموائع أو من الحركة التامة للعناصر التي تتركب منها تلك الموائع هي ان الموائع توصَّل الضغط الذي تتحمله الى جميع الجهات بالسوية

ولاجل معرفة هذه القاعدة يفرضنا ايا ما كان شكله كالآباء ١ ٢ ٣ ٤ ٥ من (الشكل ٩) متلى بمائع يفرض في الوقت مجردا عن الثقل وغير قابل للضغط تفتح في سطحه الأعلى ١ فتحة صغيرة يرمز الى امتدادها بالعدد ١ ثم قد هذه الفتحة بواسطة مكبس اذا نقرر ذلك وضغطنا على المكبس ضغطا ما كالضغط ض وصل هذا الضغط وصولا وقتيا الى جميع الجدران



الداخلية للآباء والى جميع اجزاء المائع ايضا وهذا الضغط زيادة على ذلك ينتقل بالسوية اعنى أن كل جزء مستو من الجدار مساحته ١ يحدث فيه ضغط يساوى ض وأن كل جزء من الجدار مساحته ٢ ، ٣ وهكذا يحدث فيه ضغط يساوى ٢ ض ، ٣ ض وهكذا ومن ذلك تجرى في طبقة صغيرة م من جزء من المائع فان الضغط الواصل الى جميع الجهات يكون خطوطا عمودية على الأجزاء المصغوفة وذلك لان السطح المقاوم لا يمكنه أن ينجح الا الضغط العمودي فقط

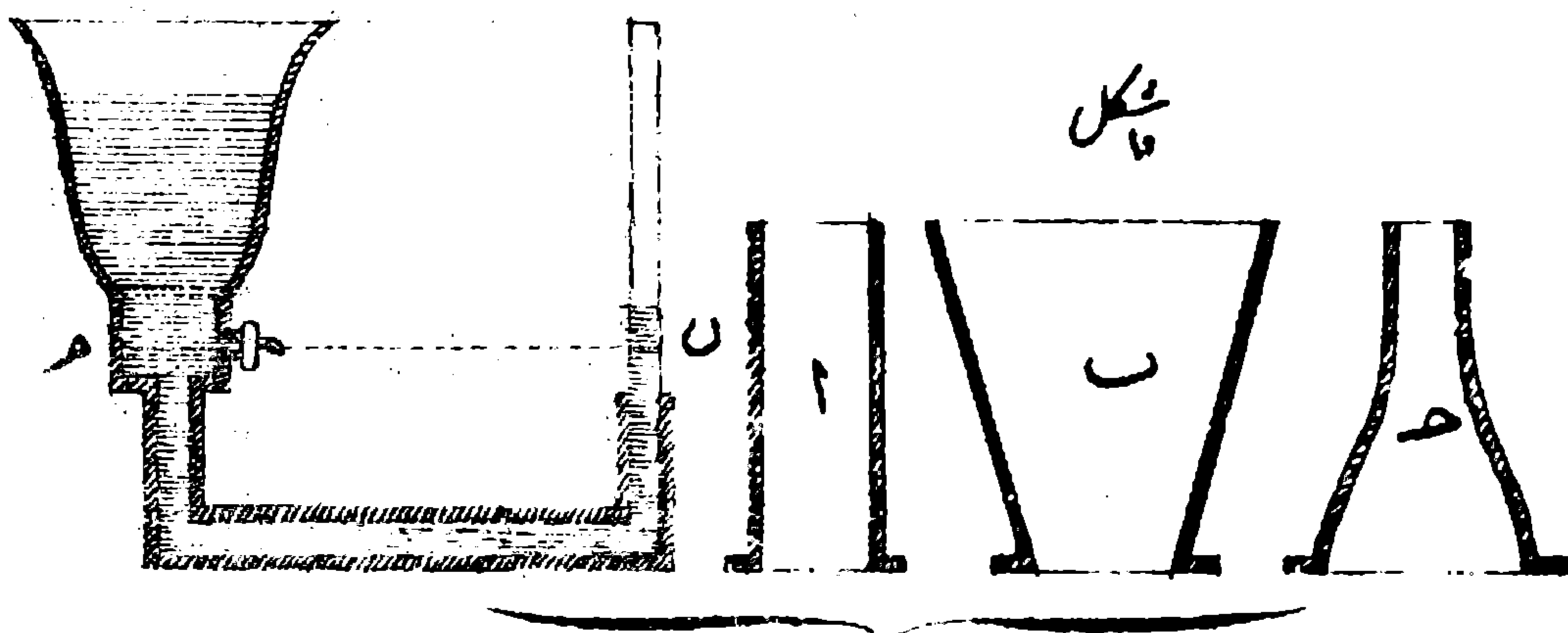
فاذا اعتبرنا المائع ثقيلاً وصل الضغط أيضاً كما كان ذلك في فرضه مجرداً عن الثقل غير انه يحصل زيادة على هذا الضغط الاجنبى في جدران المائعون الجانبيه وفيها صرا المائع الداخليه ضغط يليق بثقله يتغير من نقطة الى اخرى وهذا ان الضغط ان اللذان احد هما واحد في جميع النقط وفي جميع الجهات والثاني متغير بتغير عمق المائع يقعان على كل نقطة فيكون عنهما الضغط الكلى ^{معتبراً} ويتغير بتغير عمق المائع وتغير شرطان احد هما يتعلق بعناصر سطح المائع والثاني بالعناصر الداخليه فالشرط الاول ان يكون سطح الطبقة العليا من مائع ثقل متوازن عمودياً في كل نقطة على اتجاه الثقل الذى ياخذه م (هذا اذا كان المؤثر الثقل فقط فلو كان معه غيره قيل لاجل ان يكون هذا الشرط عاماً ان كل جزء من سطح الطبقة العليا من مائع ثقل يجب ان يكون عمودياً على القوة المحصلة للقوى المؤثرة في هذا الجزء) لانه ان لم يكن هذا السطح عمودياً عليه فثقل الجزء الصغير م يمكن ان يتحلل الى قوتين احدهما وهى العمودية على سطح المائع تنجى بمقاومة هذا السطح والثانية وهى المماسية للسطح المذكور التى لم تحذف بسبب عدم المقاومة ^{تؤثر} لجزء الصغير الذى هى منطبقة عليه فلا يكون في هذا المائع توازن

وينتج مما ذكر ان المائع الثقلى المطروف فى اناء ينتهى دائماً بسطح مستو افق لاننا لجذب يؤثر فى عناصره على اتجاهات رأسية متوازية وأما مجسم المياه التى تغمر الجزء الاعظم من الكرة الأرضية فانه منه بسطح منحنى يكون الرأسى اعنى اتجاه الثقل الحقيقى عمودياً عليه في جميع جهاته الشرط الثاني ان يحصل في جميع جهات الجزء الصغير ما يؤخذ بالاختيار داخل مجسم مائع متوازن ضغوط متساوية ومتضادة تماماً حتى فاذا لم نعتبر الا الضغط على هذا الجزء الصغير من اعلى الى اسفل في اتجاه رأسى يكون مقدار الضغط هو ثقل المائع الرأسى الذى قاعدته هذا العنصر ويكون الامر كذلك ايضاً في جميع العناصر الكائنة في سطح مواز لسطح المائع وهذا السطح يسمى سطح التسوية او بالتسوية فيجئنا يلزم لاجل الموازنة كما هو مشاهد ان تكون عناصر التسوية مصفوفة بضغط واحد

فى ضغط المائع منظوراً فيه للثقل

فى الضغط الرأسى من اعلى الى اسفل

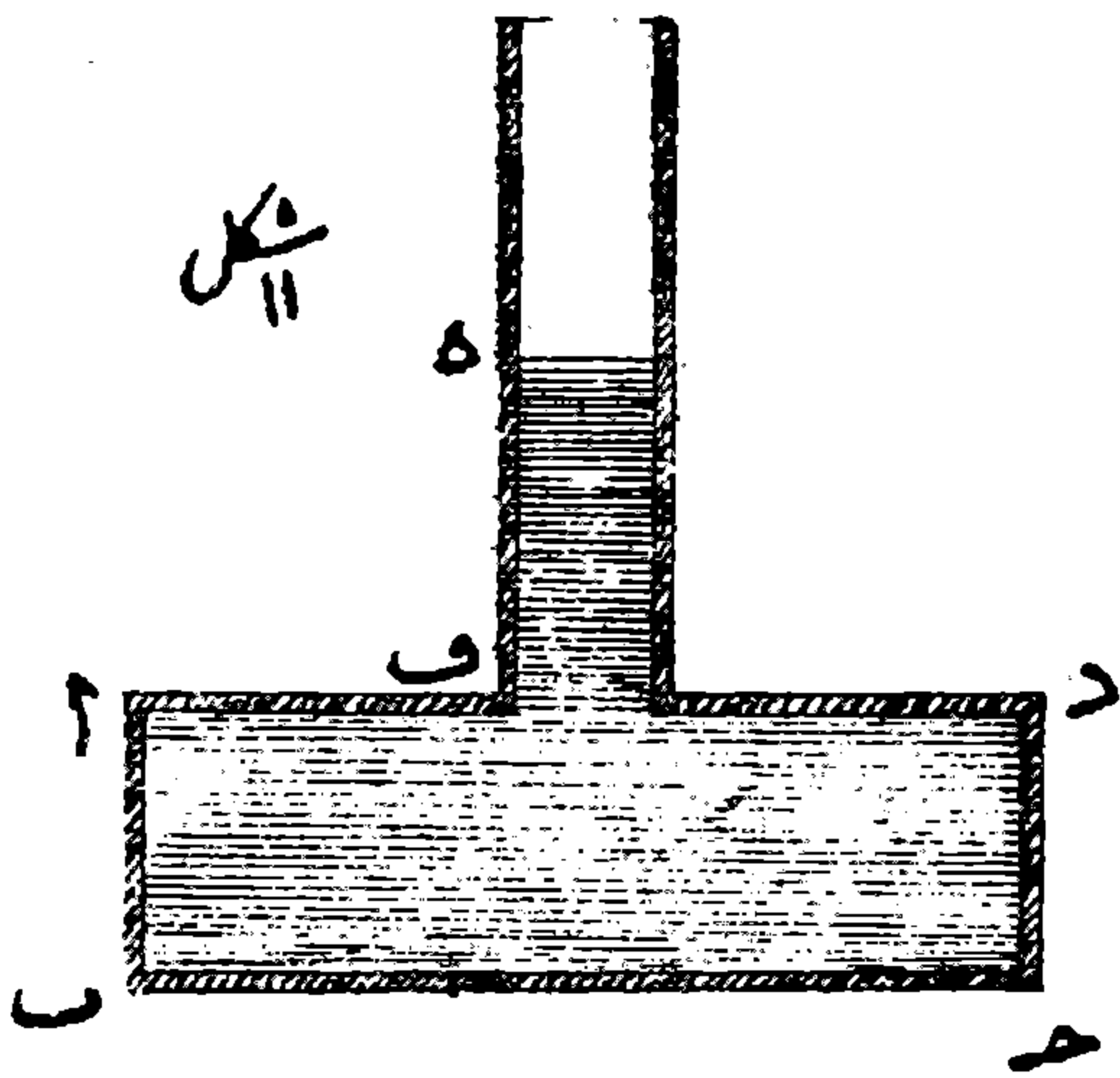
يُسمى ضغط المائع المذكور المتوازن على قاع أناء لا يتعلق بشكل هذا الأناء وإنما يتعلق بامتداد الجدار المنغوط وبارتفاع المائع فوق هذا الجدار وهو عبارة عن ثقل عمود رأسى من المائع قاعدته قاع الأناء وارتفاعه بعد هذا القاع عن سطح التسوية الأعلى ومقداره $فر = ورث$ وثبات هذه القاعدة الشهيرة إما بالبرهان وإما بالتجربة بواسطة الآلة التي اخترعها المعلم هلدات وهي كما في (الشكل ١٠) آلة من الحديد الزهر منحنية الطرفين ومنتهية من أحدهما



بانبوبة من زجاج مثبتة به تثبيتاً محكماً ومن الطرف الثاني باسطوانة قطرها أكبر من قطر الأنبوبة وعلى هذه الاسطوانة يمكن أن يوضع بواسطة برمة ثلاث أنابيب من الزجاج مختلفة الشكل أحدها اسطوانية ١ والثانية متسعة من الأعلى ب والثالثة عكس الثانية ورزها ح ثم نضع أولاً زيتاً في انبوبة الحديد فيشاهد أن شويقي المائع م و ن في الفرعين بصيرت في مستوى أفقى ثم نضع على الاسطوانة م بالتوالي بواسطة البرمة الأنبوبة ١ ثم ب ثم ح وتملأ كل واحدة بالما إلى ارتفاع واحد فينضض ضغط الماء على السطح الأفقى م من الزيت الذي هو عبارة عن قاع الأناء يرفع الزيت في الانبوبة الجانبية بكفة هي في الحقيقة واحدة في الأحوال الثلاثة وعليه فيكون الضغط الواقع على السطح م ثابتاً ومتى كان الأناء اسطوانياً فالضغط الواقع من المائع على القاع الأفقى لا يتأثر بأي الثقل الكلي لهذا المائع وحينئذٍ فمقدار الضغط يكون واحداً أيضاً مهما كان شكل الأناء بشرط أن لا يتغير كل من القاع وارتفاع الماء

في الضغط الرأسى من أسفل إلى أعلى

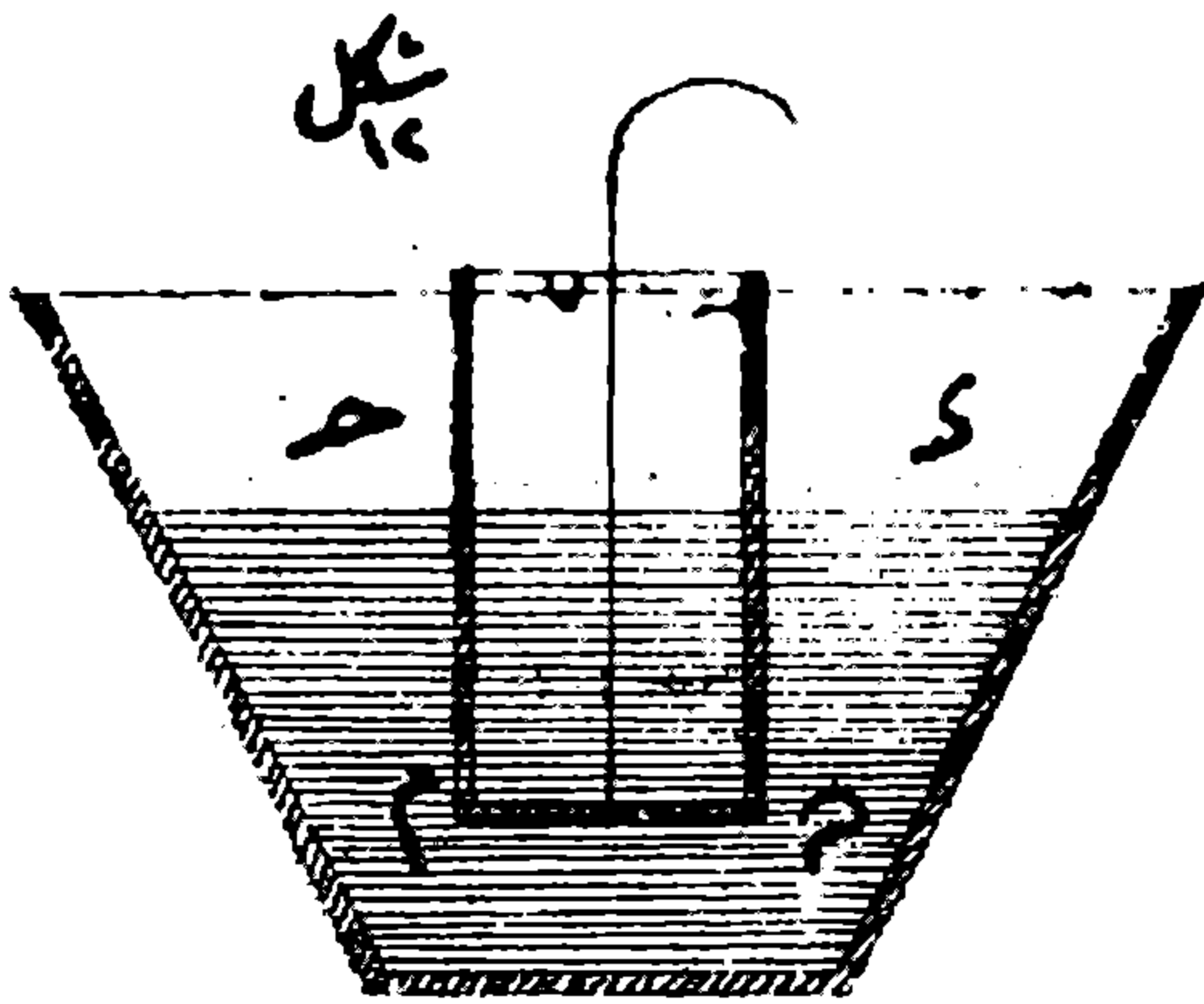
يند واذا فرضنا أنّا اذا قاعين
 هـ ا ب حـ د (كافي الشكل ١١)
 تقع من قاعدة تساوى الضغط
 أن القاع الأعلى ا د يقع
 عليه ضغط من أسفل يساوى
 ثقل عمود من مائع قاعدة سطح
 الجدار وارتفاعه هـ ف وهو
 ارتفاع السوية الكائنة فوق الجدار



المذكور وهذه القاعدة لا تتعلق بقطر الأنبوبة هـ ف فعلى هذا يمكن وقوع ضغط عظيم
 جدًا على جدران الصندوق ا ب حـ د بمقدار قليل من الماء يكون ارتفاعه كافياً وعلى هذه القاعدة
 أُنشئ فتحة البراميل

في الضغط الداخلي

يند واذا تصورنا داخل مائع طبقة ما أفقية مـ د (كافي الشكل ١٢) وقع على هذه الطبقة
 بغيرها من الجدران الأفقية ضغط
 من أعلى إلى أسفل يساوي ثقل اسطوانة
 المائع حـ مـ دـ ر لكن من جهات
 هذه الطبقة متوازنة لا بد وأن يقع
 عليها ضغط من أسفل إلى أعلى مساو للضغط
 المذكور ومضاد له وإثبات ذلك التجربة
 أن تؤخذ اسطوانة من زجاج تسد من
 الجهة السفلى بمسحوق من زجاج يسمى



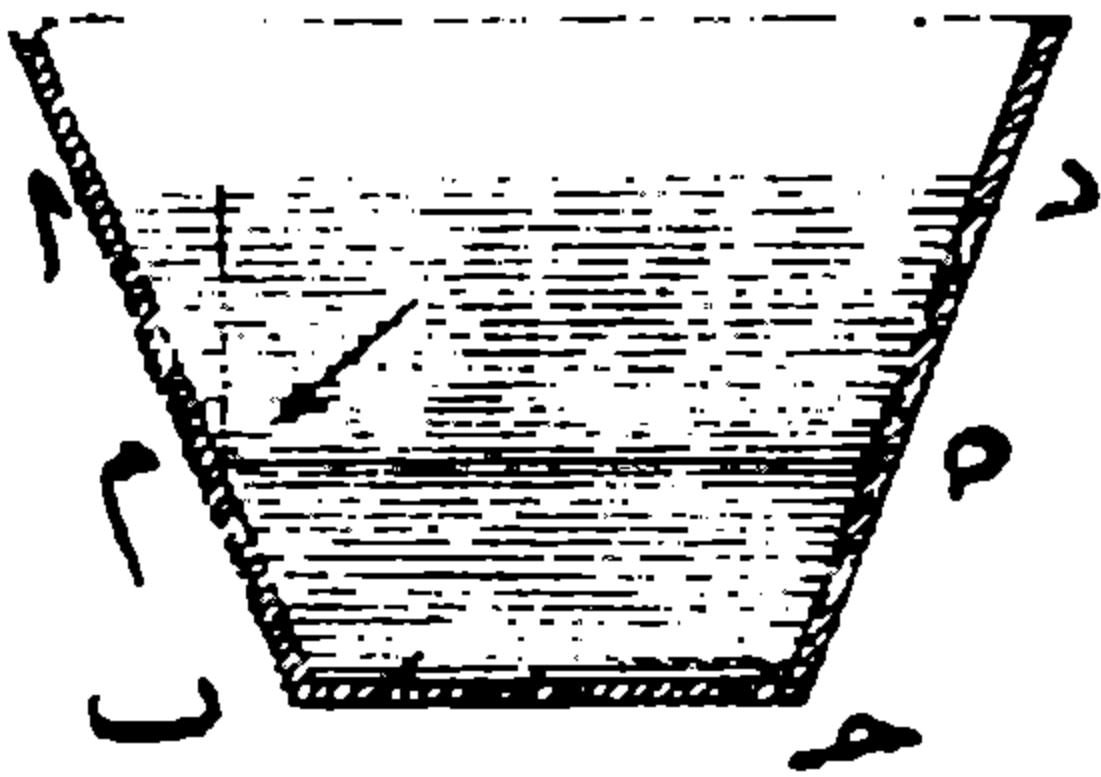
طابقاً فاذا غمسنا الاسطوانة في المائع فضغط المائع من أسفل إلى أعلى يضبط الطابق على الاسطوانة وبهذا
 يمنع الماء عن الدخول فاذا صببنا حينئذ مائعاً في الاسطوانة نشاهد أن الطابق لا ينفصل ولا يقع الاوت
 اتصال سوية الماء الداخلية إلى السوية الخارجية فان انفصل قبل ذلك ببرهة فلا يكون ذلك الا من

زيادة ثقله عن ثقل المائع الذي تشغل الطابق محله

في الضغط الجانبي

يتم ضغط الموائع الثقيلة ليس على الجدران الأفقية فقط من الأواني الحاوية لها بل عليها وعلى الجدران الجانبية لأنها إذا افتحتا فتحة في نقطة ما من جدار جانبي سالت المائع في الحال وكل ضغط ناشئ من مائع ثقل على جدار مقاوم له يؤثر في هذا الجدار

شكل



على اتجاه عمودي إذا علمت هذا علمت أن الضغط الواقع على الجزء م من الجدار م (كما في الشكل ١٢) لا بد وأن يكون عين الضغط الذي يقع على جزء ما من الطبقة الأفقية م م ومقدار الضغط المذكور يساوي ثقل عمود رأسي من المائع قائده الجزء المنغوط وارتفاعه بعده عن استواء

المائع فينشد يشاهد أن الضغط الواقع على أجزاء الجدار الجانبي ا ب يزداد كلما ازداد عن هذه الأجزاء تحت استواء المائع فإذا جمعنا الآن هذه الضغوط الصغيرة الجزئية شاهدنا أن مقدار الضغط الكلي الواقع على الجدار المائل ا ب يساوي ثقل عمود من المائع قائده به الجدار المنغوط وارتفاعه البعد المتوسط بين ارتفاعات أجزاء الجدار عن سطح التسوية أعني بعد مركز ثقله عن السطح المنتهائي للمائع

في الحركة القهقرية الحادثة من سيلان المائع

يتم إذا توهمنا أننا أسطواناً ا ب ح د ممتلئاً من مائع وتوهمنا أيضاً جزئين متقابلين م م م مصنوعين بالاختبار على الجدارين الجانبيين يقع على هذين الجزئين في جهتين متضادتين ضغطان متساويان ومتضادان لعدم مان بسبب مقاومة الجدارين لكن إذا توهمنا فتحة في ح سالت المائع وانعدم الضغط الذي كان يقع على الجزء م وأما الضغط المقابل له الواقع على الجزء م فحيث لم ينعدم بسبب ما فانه يؤثر بقوة وجيش إذا كان الآتاء غير ممنوع عن الحركة فانه يأخذ بسبب هذا الضغط حركة قهقرية في جهة مضادة لاتجاه السيلان

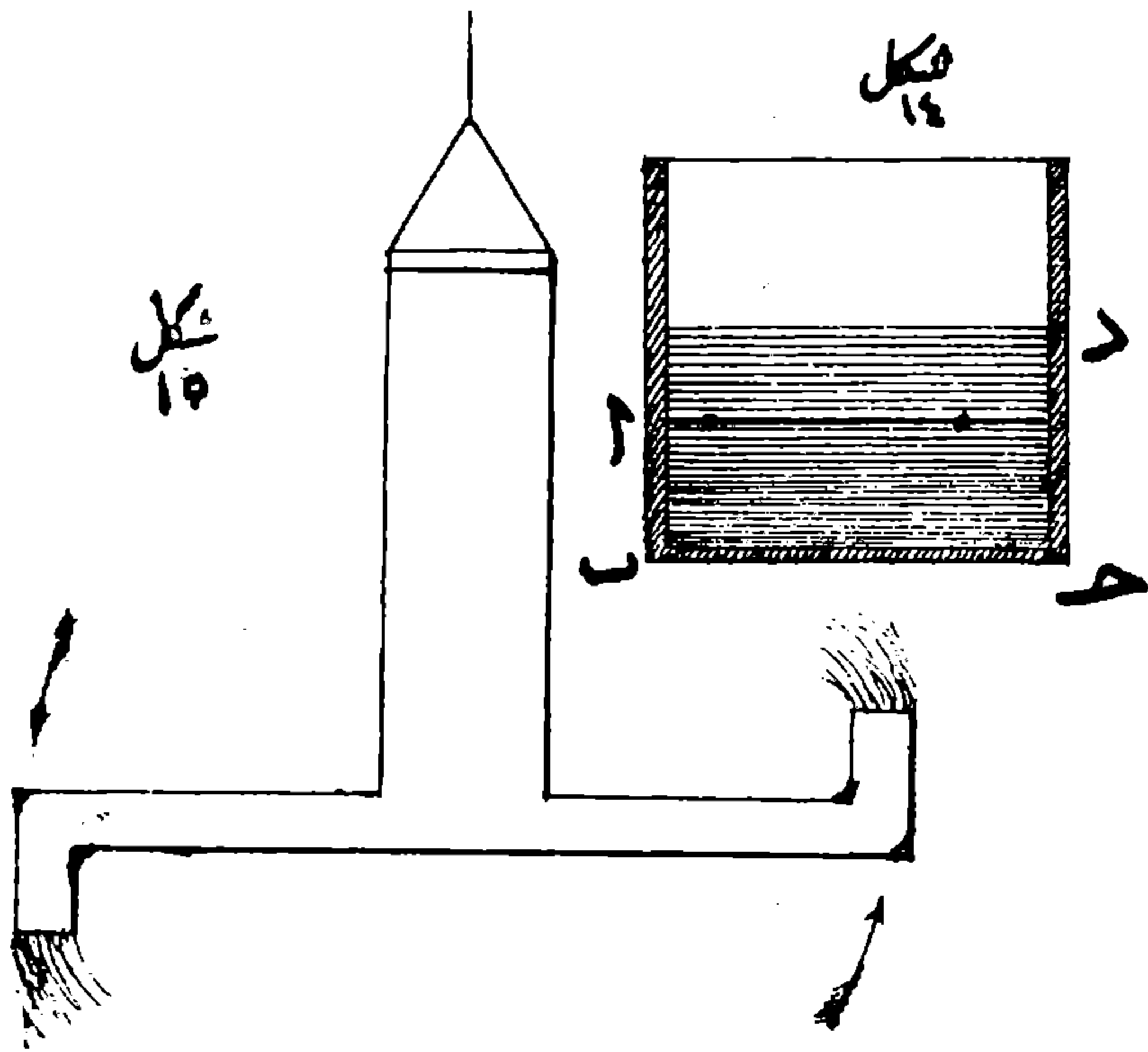
ويحقق

البرهان

و

(١)

وتتحقق هذه القاعدة بواسطة البارم الايدروليكي وهو (كما في الشكل ١٤) اسطوانة



راسية منتبهة من أسفلها
بأنبوبتين أفقيتين مفتوحتين
من الطرفين ومنعطفتين في
جهتين متضادتين

فاذا ملا الجهاز
من الماء وحرك حول محوره رأسي
شاهد أنه بمجرد سيلان الماء
يدور بسرعة في جهات
متضادة

وبهذه القاعدة تتضح الحركة القهقرية التي تحدث في الأسلحة النارية وفي صعود الصواريخ
وفي دوران الشمس الصناعية وغير ذلك

في مانعة الايهام الايدروستاتيكية

يُفترضنا ثلاث أواني متساوية القواعد ومختلفة الأشكال ممتلئة من مائع إلى ارتفاع
واحد فالضغط الواقعة على قواعدها الأفقية متساوية لكن لا ينبغي أن يتوهم أنها اذا وضعت
في كفة ميزان تكون أثقالها متساوية لان الضغط الجانبية الرأسية تضاف إلى الضغط
الواقعة على القاع او تنطرح منها بحسب جهة تأثيرها واما القوة الواقعة من الأنا على مانع
أو على مستوي أفقي حامل للأنا المذكور فانها تساوي دائماً الثقل الكلي للمائع والأنا معاً راجع
شكل ١٥

في الموائع المتراكمة

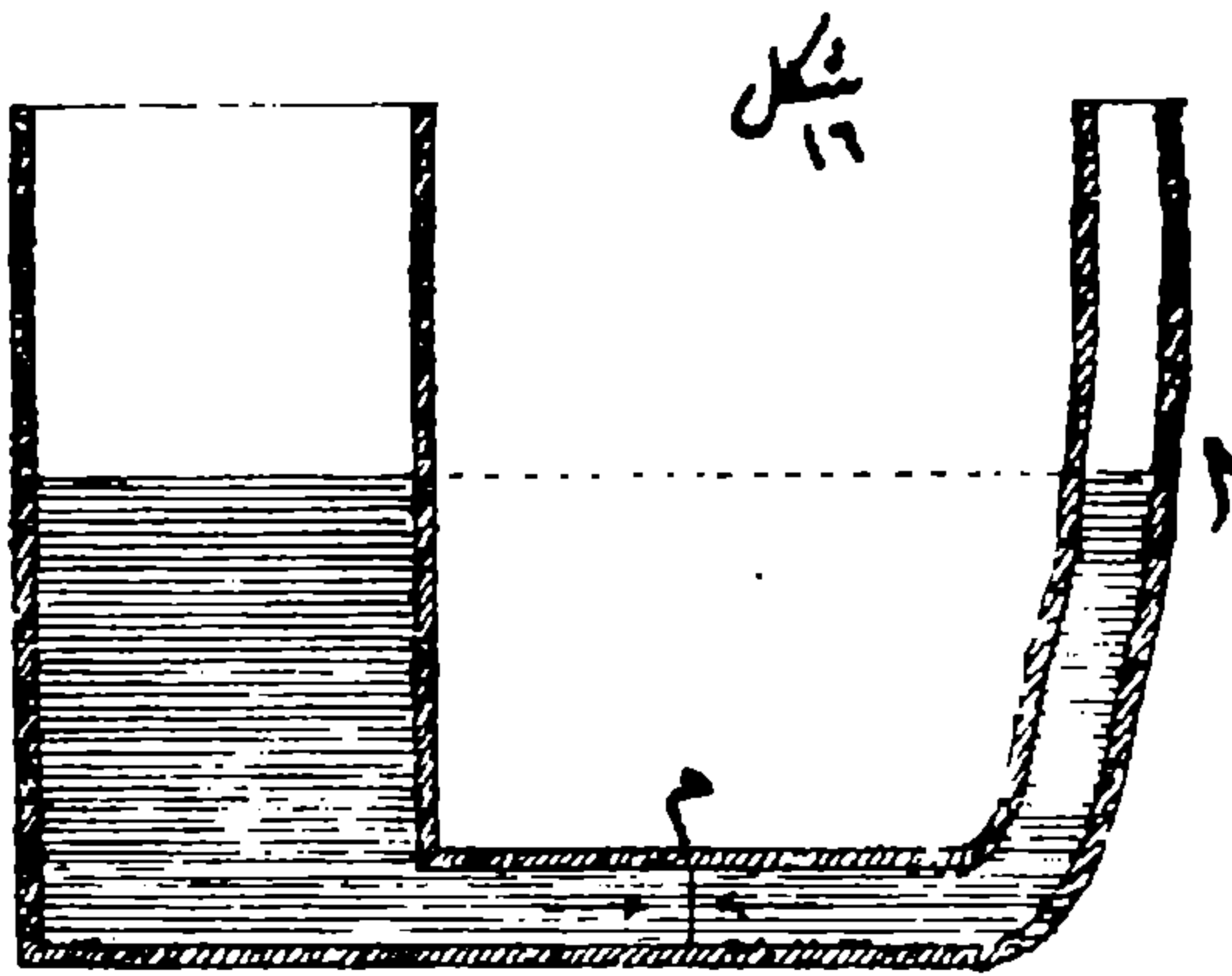
يُفترضنا اذا وضعت جملة موائع مختلفة الطبيعة والكثافة في ظرف واحد اصطفت هذه الموائع
فوق بعضها بطبقات أفقية وهذا الشرط ضروري للموازنة اذ بدونه لا يكون الضغط
واحداً في جميع نقاط طبقة واحدة من التسوية (انظر الشرط الثاني للموازنة)
بقي انه لا فرق في موازنة جسم جملة الموائع في العنق بين ان يكون المائع الأثقل في الطبقة العليا

أو في الطبقة السفلى غير أن الموازنة تكون غير دائمة ومستحيلة طبقاً إذا وضع المائع الأكثر في الطبقة العليا لأنه قد ثبتت الموازنة إنما قد مر إذا وضعت الموائع فوق بعضها الأكثر كثافة وأخف كثافة وهكذا وتجربة ذلك أن يوضع في آنا واحد زيتاً وماً وزيتاً
فإذا حركنا المخلوط يكون هذا التمرك بلا طائل لا تزال الموائع تنفصل عن بعضها وتسير راقات أفقية متراكمة على بعضها بحيث يصير الزيت في الطبقة السفلى والماء في الطبقة الوسطى والزيت في الطبقة العليا

في الأواني المستطرقة أي لنا فذة لبعضها

منه إذا استغرقنا أن إياها كان شكلها ومقدارها قائماً أن يحتوي على مائع أو على عدة موائع مختلفة الكثافة الحالة الأولى توازن المائع الواحد في الأواني المستطرقة أن تكون تسوية هذا المائع في الأواني المذكورين على مستوى واحد أفقي

فإذا اعتبرنا في قناة التوصيل طبقة رأسية م (كما في الشكل ١٦) نقول حيث أن التوازن موجود فهذه الطبقة لا بد وأن يقع عليها ضغط متساوية من كل جهة وخشيد مقدار الضغط من الجهة اليمنى إلى الجهة اليسرى يساوي ثقل عمود مائع قاعدته الجدار م



وارتفاعه الرأسى من مركز ثقله إلى تسوية المائع في الآناء ١ وأما مقدار من الجهة اليسرى إلى الجهة اليمنى فيساوى أيضاً ثقل عمود مائع قاعدته الجدار م المذكور وارتفاعه البعد الرأسى من مركز ثقله إلى تسوية المائع في الآناء ب فحين كانت القاعدة المضغوطة واحدة وكثافة المائع واحدة فالضغط أن يكونان متساويين إذا كانت تسوية أ و ب على مستوى واحد أفقي وحيث أن هذه القاعدة لاتعلق لها بقطر الأواني فالعمود الجزئى من الماء المقطوف في الآناء ١ يوازن مجسماً عظيماً من الماء المقطوف في الخوض ب
الحالة الثانية أى الموائع المختلفة الكثافة

إذا صب مائتان مختلفا الكثافة

في أنابيب مستطرين فارتفاع عمود

المائعين اللذين يتوازنان يكونان

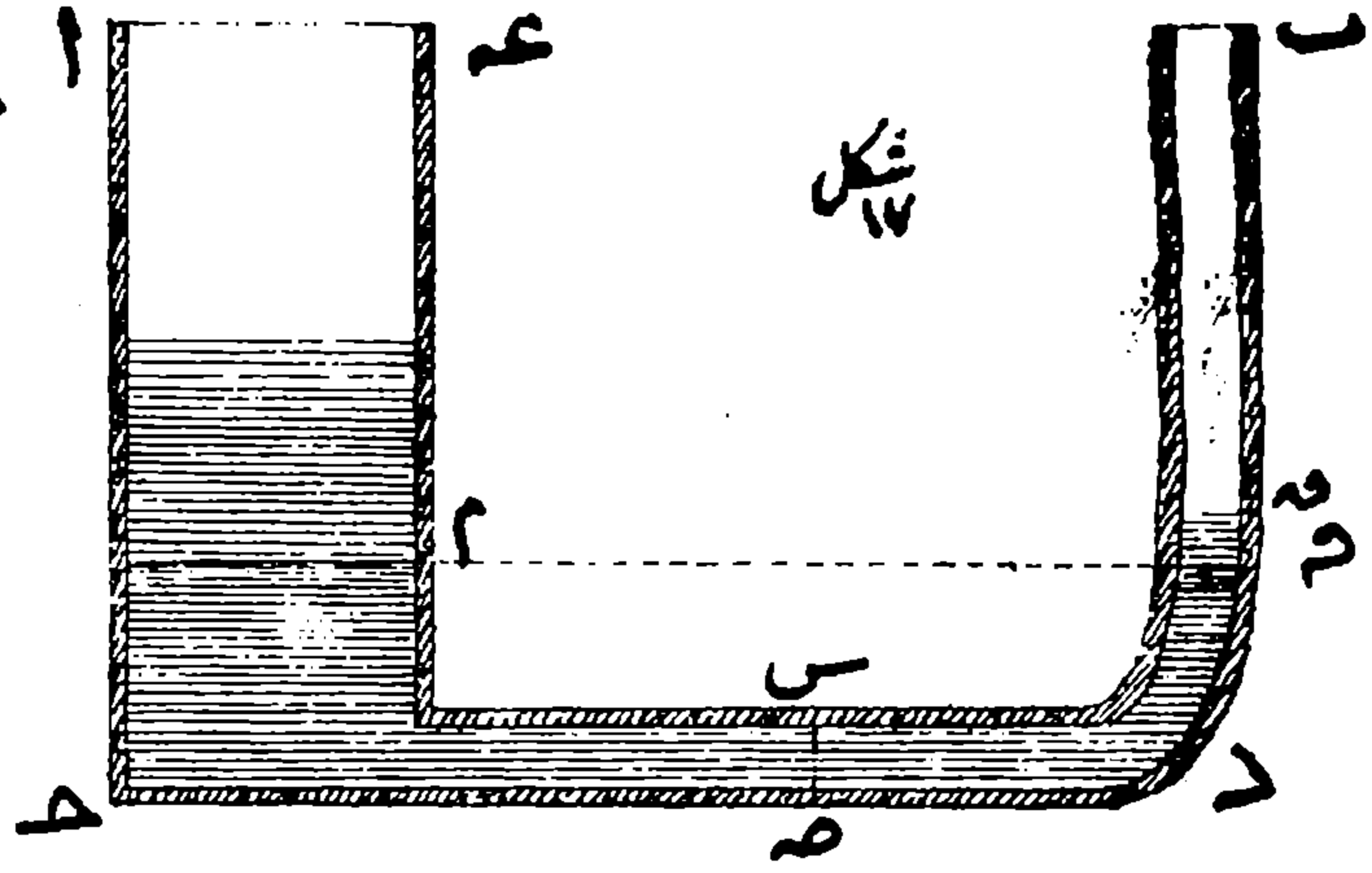
على نسبة عكسية لكثافتهما

فإذا صب أولاً في الأنبوب المستطرين

١ و ٢ كافي (الشكل ١٧)

زيتاً ثم صبنا ماء في الأنباء ١

وكانت عمه نسبة الماء



في الأنباء ١ و ٢ نسبة الزيت في الأنباء ٢ و م السطح الفارق بين الماء والزيت ونصورنا

امتداد المستوى الأفقي م الفارق بين هذين المائتين إلى أن يصل إلى د شاهدنا أن حجم

الزيت م ح د يتوازن بمقتضى القاعدة المتقدمة وأما عموده و د فيوازن عمود الماء

م ع إذا قرر ذلك فالحاجز س م المجمعول بالاختيار في القناة الموصلة يقع عليه ضغط

من الجهتين أحدهما ضغط عمود الزيت د و ضغط عمود الزيت م ح المساوي والمضاد له

وثانيهما الضغط الذي يقع من الجهة اليمنى إلى الجهة اليسرى وهو ضغط عمود المائع و د الذي

يأوى ثقل اسطوانة من زيت قاعدتها س م وارتفاعها و د والضغط الذي يقع من

الجهة اليسرى إلى الجهة اليمنى وهو ضغط عمود الماء م ع الذي يأوى ثقل اسطوانة من ماء

قاعدتها س م وارتفاعها م ع ولا بد أن تكون هذه الأثقال متساوية ليحصل التوازن

فإذا جعلنا حينئذ ب رمز الامتداد الجدار س م و س رمز الارتفاع عمود الزيت

الذي هو و د وكثافة هذا المائع و س لارتفاع عمود الماء م ع و د لكثافته

و ح لوحدة جذب الأرض كان مقدار ضغط الزيت ب س م ح ومقدار ضغط

الماء ب س م ح فيصير ب س م ح = ب س م ح ويؤخذ من هذا أن

س س م م و وبهذا ثبتت القاعدة المذكورة

فإذا جعلنا كثافة الماء وحدة كانت كثافة الزيت تساوي ١٢٠٥٩ فتكون زنة الزيت في المساوي

حجم الماء قدر زنة الماء ١٢٠٥٩ مرة فيلزم حينئذ أن يكون الارتفاع م ع لعمود الماء قدر

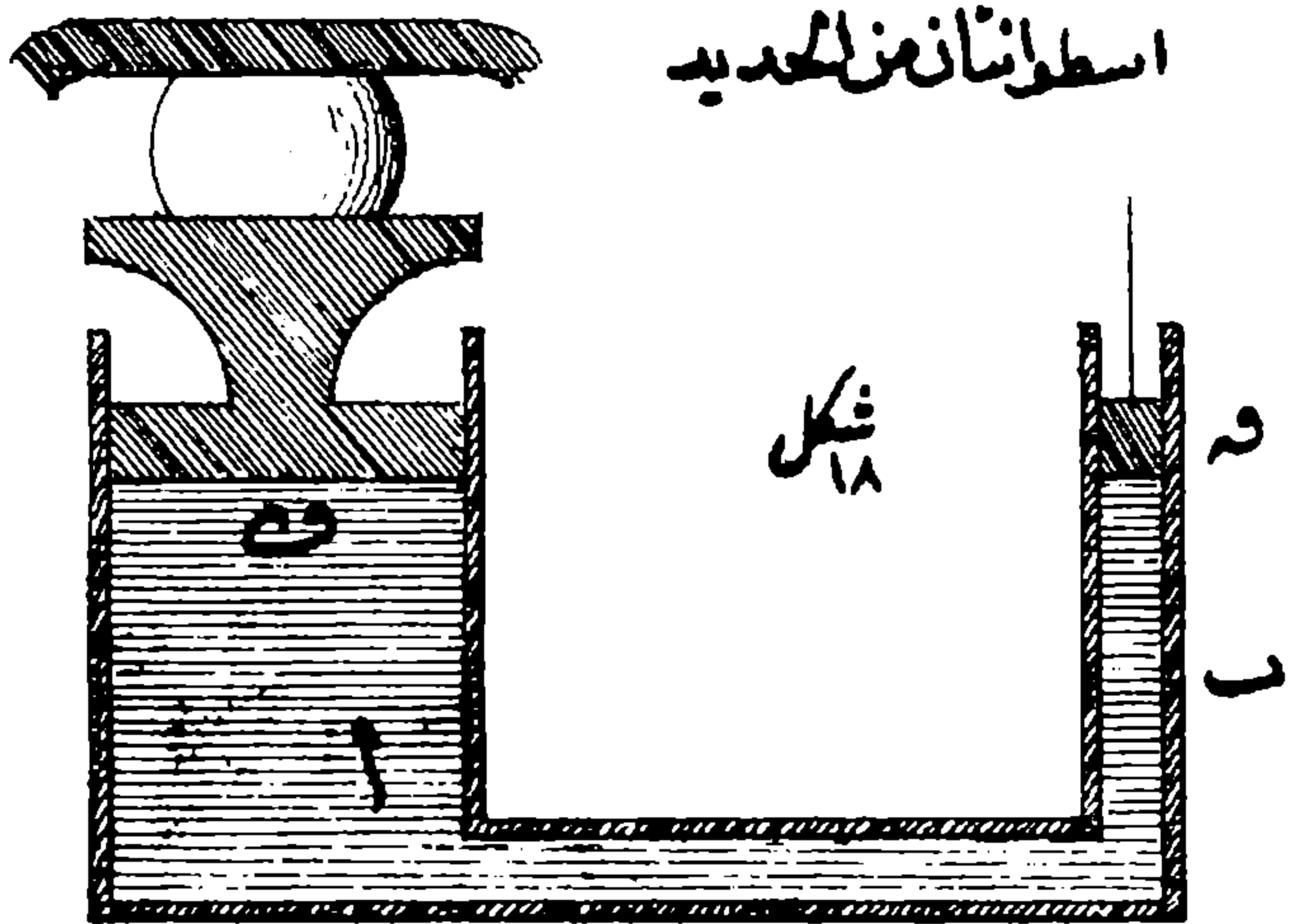
الارتفاع م د للزيت الذي يتوازنه ١٢٠٥٩ مرة

في الضغط الايدروليكي الى المكبس

٤٩ للقواعد المقدمة تطبق في كثير من الاحوال ولتقتصر في ايضاحها على جهاز بديع جيد اخترعه المعلم بسكال مبنى على قاعدة تساوى الضغوط وتوازن المواضع في الاواني المستطرفة وهذا الجهاز يسمى بالضغط الايدروليكي ولنبينه بوجه مختصر فنقول —

أن ٢ و ٣ من (شكل ١٨)

الزهر ثخينتا الجدران قطر
احدهما اكبر من قطر الثانية يتحرك
في كل منهما مكبس مع الاحتكاك
المحكم ويستغرقان الى بعضهما
بأنبوبة من الزهر وهذا الجهاز
يملا بالماء ملاً كلياً فن حيث
أن تسوية الماء وقت التوازن
واحدة يعلم اننا اذا ضغطنا



على المكبس الصغير و ضغطاً يساوى ١٠ كيلوغرامات مثلاً فيصل هذا الضغط الى جميع اجزاء
المائع بحيث ان كل جزء من قاعدة المكبس الاكبر الى قاعدة المكبس الاصغر يقع عليه ضغط
من اسفل الى اعلى يساوى ١٠ كيلوغرامات فينث اذا كانت قاعدة المكبس الاكبر اكبر من قاعدة
المكبس الاصغر ١٠٠ مرة فالضغط الكلى الواقع على قاعدة الاول يكون ١٠٠ x ١٠ أى ١٠٠٠
كيلوغرام وفي اعلى المكبس هـ لوح معدني يوضع عليه الأجسام المراد ضغطها ويسامت هذا
اللوح برواز معدني متين جداً فوضع الأجسام المعرضة للضغط بين البرواز واللوح المعدني
وأما المكبس الصغير فانه يتحرك برافعة ويضم الى الاسطوانة الصغيرة ب حوض وجمله لواليب
منفعتها ادامة الضغط

ويسهل بمقتضى النظر على التقدم المحكم بان هذه الالة يصدر عنها تأثير عظيم بأدنى قوة فان الاسطوانة
من الخشب الموضوعة بين اللوح والبرواز تنكسر في الحال —
ويستعمل للضغط الايدروليكي الذ لم نستوف جميع مزاياء هنا في صناعة بارود الحرب وفي ضغط الخبز
والخبز

والحبوب الزيتية وطبن الطوب والجواهر المعدة لصناعة الورق وفي استخراج زيت الشم ولفصل الاسبار في
اي من السمك الذي يصنع منه الآن الشمع من الشم

الدرس الثالث

في الثقل وفي مركز الثقل

في ثقل الأجسام

ثبت من المقرر في علم الميكانيكا ان التثاقل يؤثر في كل من عناصر الجسم الواحد
على خطوط متوازية وتجهة في جهة واحدة وان القوى المتوازية المتجهة في جهة واحدة
والواقعة على نقط مختلفة من جسم واحد لها محصلة موازية للقوى المركبة ومساوية
لمجموعها وينتج من هاتين القضيتين ان تأثير التثاقل في جسم يؤول الى قوة واحدة مساوية
لمجموع القوى العنصرية وموازية لاجزائها وهذه القوة عبارة عن ثقل الجسم فيشد ثقل
الجسم هو مجموع جميع القوى العنصرية الناتج من تأثير التثاقل في كل من جواهره ويؤخذ
من هذا التعريف تمييز التثاقل من الثقل وذلك ان التثاقل عبارة عن القوة التي تجذب كلاً
من الجواهر الفردة الى الارض بخلاف الثقل فانه عبارة عن القوة المحصلة من القوى العنصرية

للجسم
وثقل الجسم يناسب مجسمه اي عدة جواهره وينتج من ذلك طريقة سهلة لمعرفة مجسمات الأجسام
المختلفة وهي قرنها ببعضها لانه لما كانت نسبة مجسمي الجسمين الى بعضهما كنسبة ثقلهما
صح تعيين تلك النسبة بالميزان كما يشاهد ذلك

في مركز ثقل الأجسام

ثبت من المقرر في علم الميكانيكا ان محصلة عدة قوى متوازية واقعة على نقط مختلفة من جسم
واحد تمر دائماً بنقطة واحدة من هذا الجسم وان أمكننا جميع تلك القوى في أوضاع مختلفة

على التوالي وحينئذ إذا اعتبرنا الحالة الخصوصية التي تنشأ فيها القوى عن تأثيرات التفاعل نشاهد أن تلك القوى تبقى حافظة دائماً لعين نقط وقوعها واتجاهاتها وأقذارها في جميع الأوضاع التي يصير عليها الجسم بحيث أن المحصلات المختلفة الاتجاه لا بد وأن تقاطع في نقطة واحدة كافي الحالة التي يتغير فيها اتجاه القوى بالنسبة للأجسام وهذه النقطة هي التي تسمى بمركز الثقل وحينئذ فمركز ثقل الجسم هو النقطة التي تمر بها محصلة تأثيرات التفاعل في هذا الجسم كائناً ما كان وضعه بالنسبة إلى مستو ثابت

وحيث كان يمكن دائماً تعريف جملة القوى بمحصلتها يظهر أن تأثير التفاعل على جسم يؤول إلى قوة واحدة مساوية لثقله وواقعة على مركز ثقله ومنجهة من أعلى إلى أسفل على خط رأسي ولما كانت هذه القوة قائمة مقام جميع قوى التفاعل وجب اعتبارها دون غيرها في شروط موازنة الأجسام أو تحريكها ومن هنا يظهر أن الجسم يتوازن إذا وضع على مركز ثقله أو على نقطة كائنية على رأسي مركز ثقله سواء كانت فوق مركز الثقل أو تحته وأنه لا يتوازن إذا وضع من نقطة كائنية على خط رأسي غير الرأس المذكور أما في الحالتين الأولىين فتعدم المحصلة وحينئذ لا يتحرك الجسم أبداً وأما في الحالة الأخيرة فتقبل المحصلة إلى تحريك مركز الثقل وتميل بالنسبة إليه إلى تحريك الجسم المحتوي عليه إلى أن يصل المركز المذكور إلى الخط الرأسي الممتد من نقطة الوضع

وحيث تعرضنا لذكر التوازن فالمناسب أن نعرف هنا التوازن الدائم والتوازن غير الدائم والتوازن بلا قيد لما ان هذه الأنواع كثيرة الاستعمال في علم الطبيعة وفي علم الميكانيكا فنقول إن الجسم يكون في توازن دائم إذا رجع من نفسه إلى وضع توازنه بتبعيد عنه بقليل ويكون في توازن غير دائم إذا لم يرجع من نفسه إلى وضع توازنه ومال إلى التباعد عنه شيئاً ويكون في التوازن بلا قيد إذا بقي على الوضع الذي يعطيه بتحركه حول مركز ثقله فيشاهد بسهولة أن الجسم يكون في توازن دائم أو في توازن غير دائم أو في توازن بلا قيد على حسب كون نقطة وضعه فوق مركز ثقله أو في أسفله أو نفس مركز الثقل

ومعرفة مركز الثقل مهمة جداً في كثير من المسائل النظرية والصناعية فمركز ثقل مسطرة مستقيمة ومتجانسة ليس إلا وسط طولها لأن الموجود على كلا جهتي تلك النقطة عدد واحد من العناصر المتساوية وكذلك عدد واحد من القوى المتساوية والمتوازنة ومثل هذا يقال في مركز ثقل

الدائرة ومركز ثقل الكرة أي أنها موجودان على نقطتي وسطيهما وكذا مركز ثقل متوازي الاضلاع أي أنه موجود على نقطة تقاطع قطريه وكذا مركز ثقل الاسطوانة فانه على وسط محورها

وقد تكفل علم الميكانيكا ببيان

قواعد إيجاد مركز ثقل جميع

الأجسام المتجانسة المنتظمة

الشكل أما إيجاد مركز ثقل الأجسام

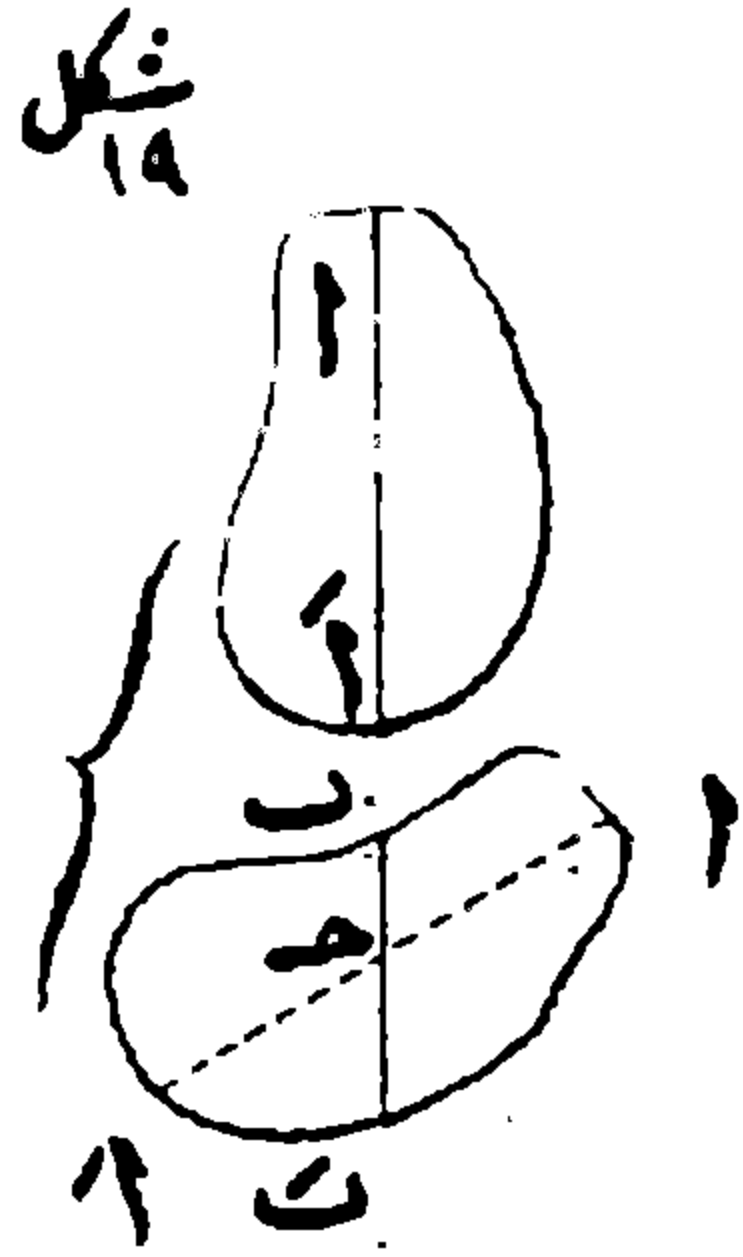
المختلفة الجنس غير المنتظمة الشكل

فلا يمكن تعيينه إلا بواسطة

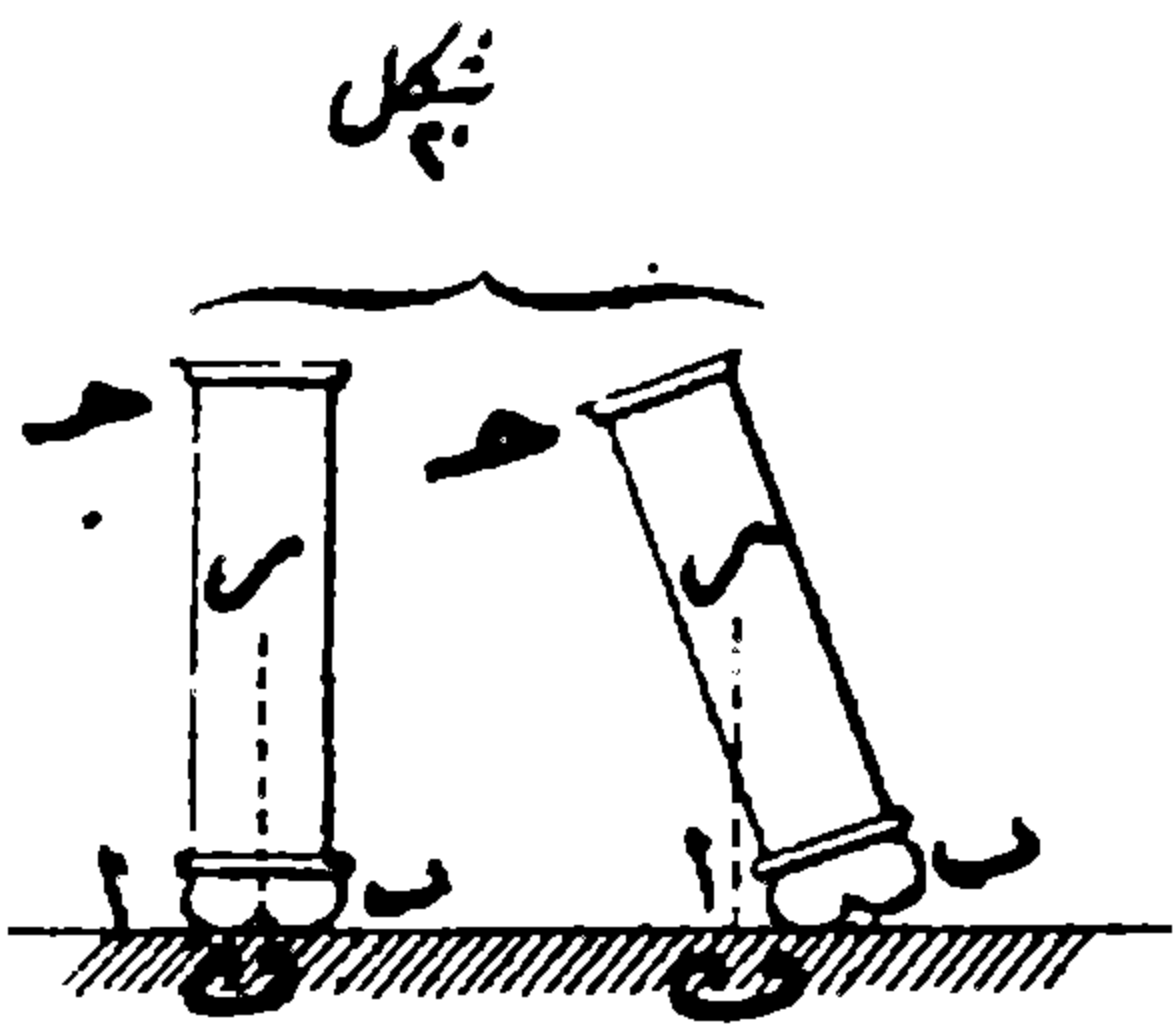
العمليات الطبيعية وحينئذ

إذا علقنا جسماً من النقطة

٢ ثم من النقطة ب كافي



(الشكل ١٩) وعلنا على النقطتين أ، ب اللتين يقطع فيهما امتداد خيط التعليق سطح هذا الجسم
فمركز الثقل يكون في النقطة ج وهي نقطة تقاطع الخطين أ، ب، ب



ثم الجسم ان كان موضوعاً

على مستو أفقي فلا يبقى في توازنه

إلا إذا كان رأسه مركز ثقله

مازاً بداخل قاعدته فإذا

اعتبرنا عموداً مائلاً كالعمود

أ ب ج من (شكل ٢٠)

نلاحظ أن ثقله سر

يميل إلى تحريكه حول النقطة

١ وعليه فيكون التوازن

غير ممكن وأما إذا اعتبرنا العمود رأساً فلا توجد نقطة يحصل الدوران حولها فيبقى على توازنه

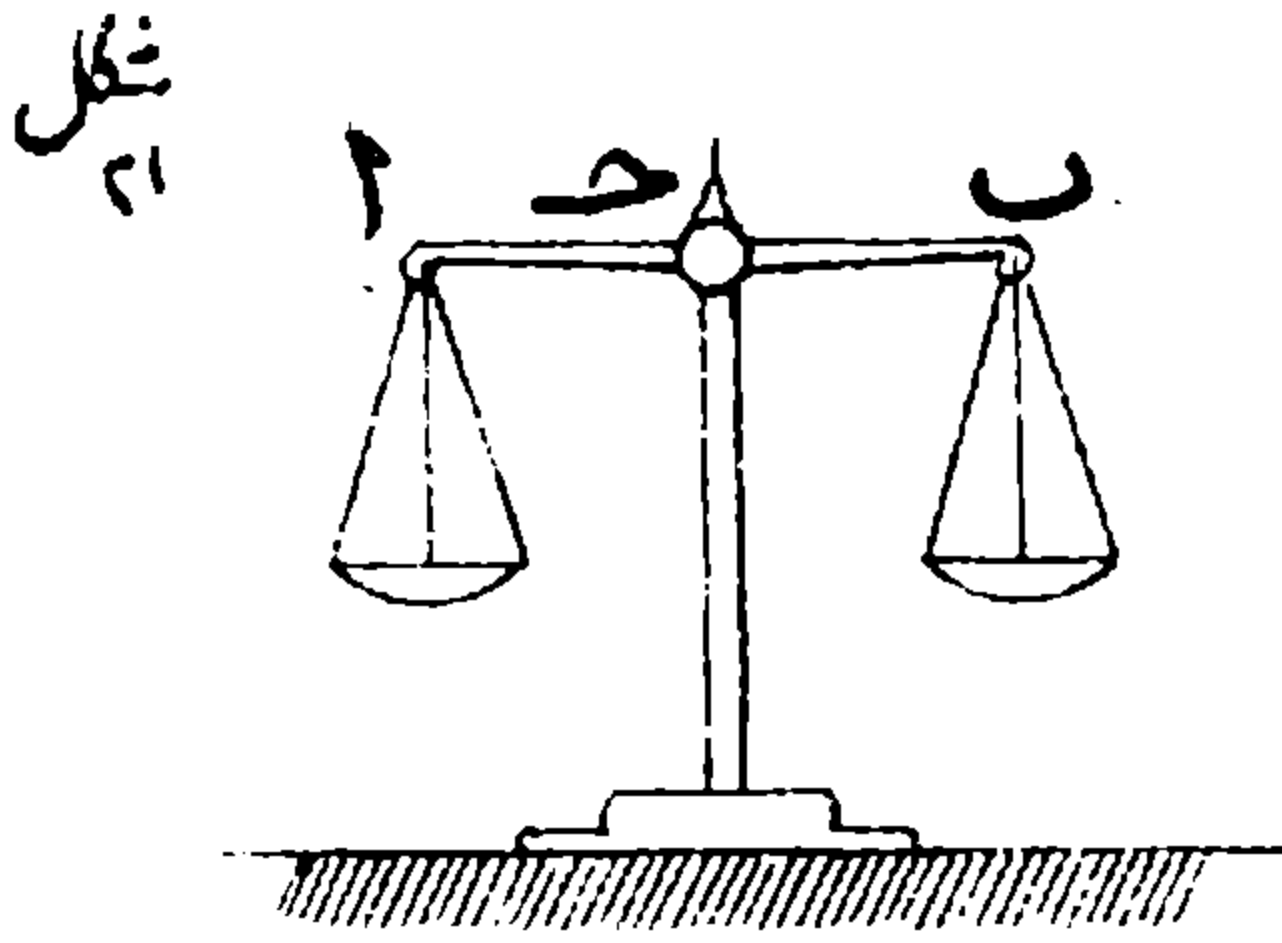
ومن هنا يظهر أن شيب الإنسان في التوازن على المستوى الأفقي مرور رأسه مركز ثقله بقا عدة

رجليه وحيث أن مركز الثقل يتغير في جسم الإنسان بتغير الأوضاع النسبية للأجزاء المختلفة يقال

كلما كبر امتداد القاعدة كلما كان التوازن دائماً وكان الانسان اكثر ثباتاً وذلك لان مركز الثقل يمكن ان يتنقل بتقلبات كثيرة بدون ان يخرج عن الحدود الضرورية للتوازن ويقبل ثبات الانسان اذا وضع احدى رجليه على امتداد الثانية لكن البهاليين أي الذين يلعبون على الحبال يتوصلون الى حالة الثبات في هذا الوضع وقد يستعملون في بعض الاحيان الميزان المسمى بميزان البهلوان كي يعيدوا مركز ثقلهم مع السهولة في رأسى الجبل الذي يتحركون عليه

في نفس ثقل الأجسام وفي الميزان

يتم لا يمكن الحصول على ثقل الجسم بطريقة مطلقة ولا يتعين الا بالنظر لثقل جسم آخر يحمل وحدة واحدة الثقل المستعملة في بلاد فرنسا هي الغرام وهو ثقل سنتيمتر مكعب من ماء مقطر درجة حرارته ٤° والموازين هي الآلات المعدة لتقدير ثقل الأجسام



والميزان المعتاد كما في (شكل ا) مركب من قبة معدنية يهتز وسطه حول محور ثابت وفي نهايته كفتان معدتان لوضع الأجسام فيها ويشترط ان يكون مركز ثقل الميزان المذكور على الرأسى الممتد من المحور اذا صار القبة أفقياً وان يكون طول الكفتين a و b حـ

واحداً فان تحقق هذان الشرطان فالجسمان المتساويان في الثقل يتوازنان في الكفتين والجسمان المختلفان في ثقلهما القبة أمالة كثيرة او قليلة وتعيين الثقل الحقيقي للجسم يكون بوضعه في احدى الكفتين ووضع عدة غرامات بقدر ما يلزم لتوازنه في الكفة الأخرى ومن المهم تحقيق الشرطين الاصليين المتقدمين لتحقيق الشرط الاول بالنظر الى القبة وكونه أفقياً يكون بعدم وضع اشغال في الكفتين فان بقي على اقيسته فالشرط متحقق معه وتحقيق الشرط الثاني بالنظر الى الجسمين المتوازنين في الكفتين يكون بوضع احدهما محل الآخر بدون ابطال التوازن

التوازن فان اختل الشرط الأول لزم تعديل الميزان بتغيير ثقل موافق لاحدى الكفتين
واما اذا اختل الشرط الثانى فيمكن ايضا استعمال الميزان في معرفة الثقل الحقيقى للجسم لكن بطريقة
تضعيف الوزن وذلك بان يوضع الجسم فى احدى الكفتين ويوازن بوضع رمل او ريش فى الكفة
الثانية ثم يرفع الجسم ويوضع محله مرفوعة فهذه الصنج هي ثقل الجسم وهذه الطريقة البديعة
هي طريقة المعلم بوردا وهي نفيسة للاوزان لانه كاد ان يستحيل تساوى طول عاتق الميزان
وتجبت علينا الان ان نذكر الطرق المستعملة لضبط الميزان فنقول ان القب يجب ان يهتز بلا مانع
حول محور موضوع فى منتصفه ويتحقق هذا الشرط بان يوضع فى القب وضعا عموديا على عرضه
منشور مثلثى من الفولاذ حرفة الأسفل يستقر على قاعدة الميزان وهذا الحرف المسمى بالسكين
هو المحور الذى تجرى حوله الاهتزازات ويلزم ان يكون حاداً جداً لانه لو كان سطحه مستديراً
بالكلية لتغير محور القب فى انحرافات مختلفة ولم يبق على بعد ثابت من نهايتى العاتقين وزيادة
على ذلك يلزم ان يكون مصنوعاً من مادة مينة جداً كالاجلاد ينبرى بسبب ثقل الآلة ومنى كانت
الموازين معدة لمقارنة الأثقال التى تبلغ كلو غراماً واحداً لزم ان تكون مقاومة القس شديد
جداً وان يكون شكل السكين مستديراً مستداراً قليلاً ومن هنا ينتج احتكاكات عظيمة تمنعنا
عن الوزن بتقريب يكون اكبر من ميلليغرام واحد وادنى صورة العكس أى صورة ما اذا اريد
مقارنة اثنان صغيرة ببعضها لا تزيد عن الغرام الواحد مثلاً فلا يستعمل لذلك الا الموازين
الصغيرة التى لا تكون فيها الابرة بسيطة فيستمر حينئذ فى التقريب الى عشرين من الميلليغرام وهذا
انما يكون فى النقود

ولا بد ان تكون نقطة تعليق الكفتين ثابتتين فى جميع اوضاع القب فان تغيراً أثراً الكفتان فى ابعاد
مختلفة من المحور وينشأ عن هذا صعوبة عظيمة فى الاوزان وينتهى كل من الكفتين عادة بمشبك
يكون انحناءه حاداً على هيئة السكين ويوضع هذا المشبك مع الثبات على حرف مستدير مستدار
قليلاً موجود فى نهاية عاتق القب ولم يوجد بمقتضى هذا الوضع الانقطة تماس واحدة بين
القب والكفتين وهذه النقطة واحدة دائماً فى جميع اوضاع الآلة

ولاجل ان يكون الميزان سهل الاستعمال يلزم وضع مركز ثقل القب تحت المحور الثابت
فان كان على المحور بنفسه بقى التوازن فى جميع اوضاع القب واما اذا كان فوقه فلا يميل القب للرجوع
الى وضعه بل يجر ان يبعد عنه بقليل واذا كان مركز الثقل موجوداً تحت المحور كان التوازن دائماً

وما لبث القلب المختل الوضع الى ان يرجع الى وضعه فاذا صار له لقيت في الاتجاهات مثلا كافي

(شکل ۴) مرکز الثقل

بِالنَّقْطَةِ رَ وَحِينَئِذٍ يُقَالُ

حَيْثُ أَنْ تَقُلَّ الْآلَةُ يُوَثَّرُ عَلَى حَسَبِ

الرأى رُفِه يميل الى اعاده

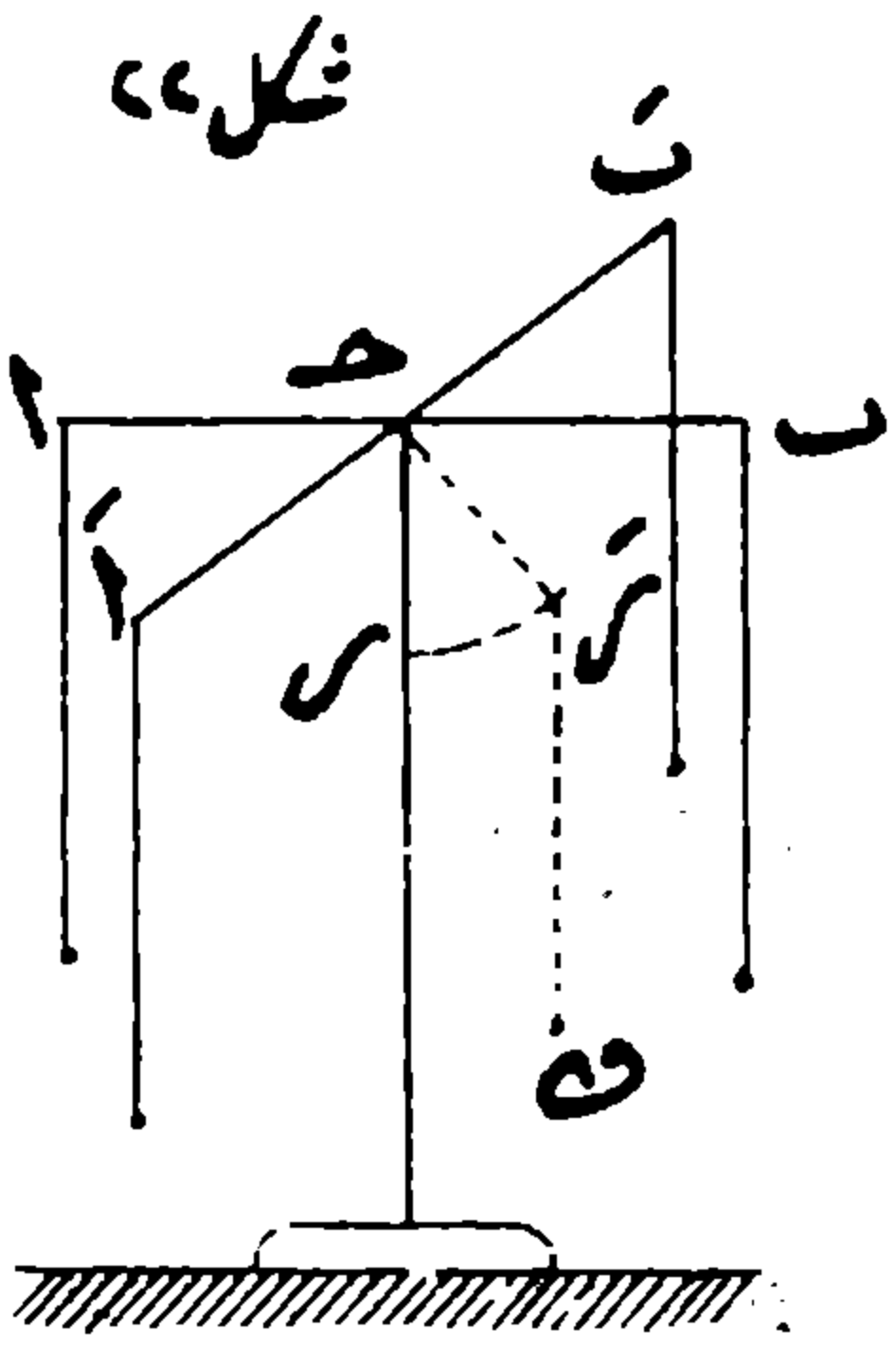
النقطة ر إلى النقطة ر

وكذلك القلب أت الى

الفب ۲۱ ويرجع الفب

حينئذ الى هذا الوضع بعد بعض

اهتراز زمان



ولتحقيق كون القبا فقياً يجب ان يطبق على القبا المذكور تطبيقاً عمودياً ابرة يمر اتجاهها بالمحور

الثابت فقطع نهاية الإبرة P دائرة مقبوم الى اقام متساوية فاذا كان القب افقيا

وقفت الابرّة على صغر التقسيم واما اذا مال ميلًا كثيرًا او قليلاً يثبت الابرّة فرقًا كثيرًا او قليلاً

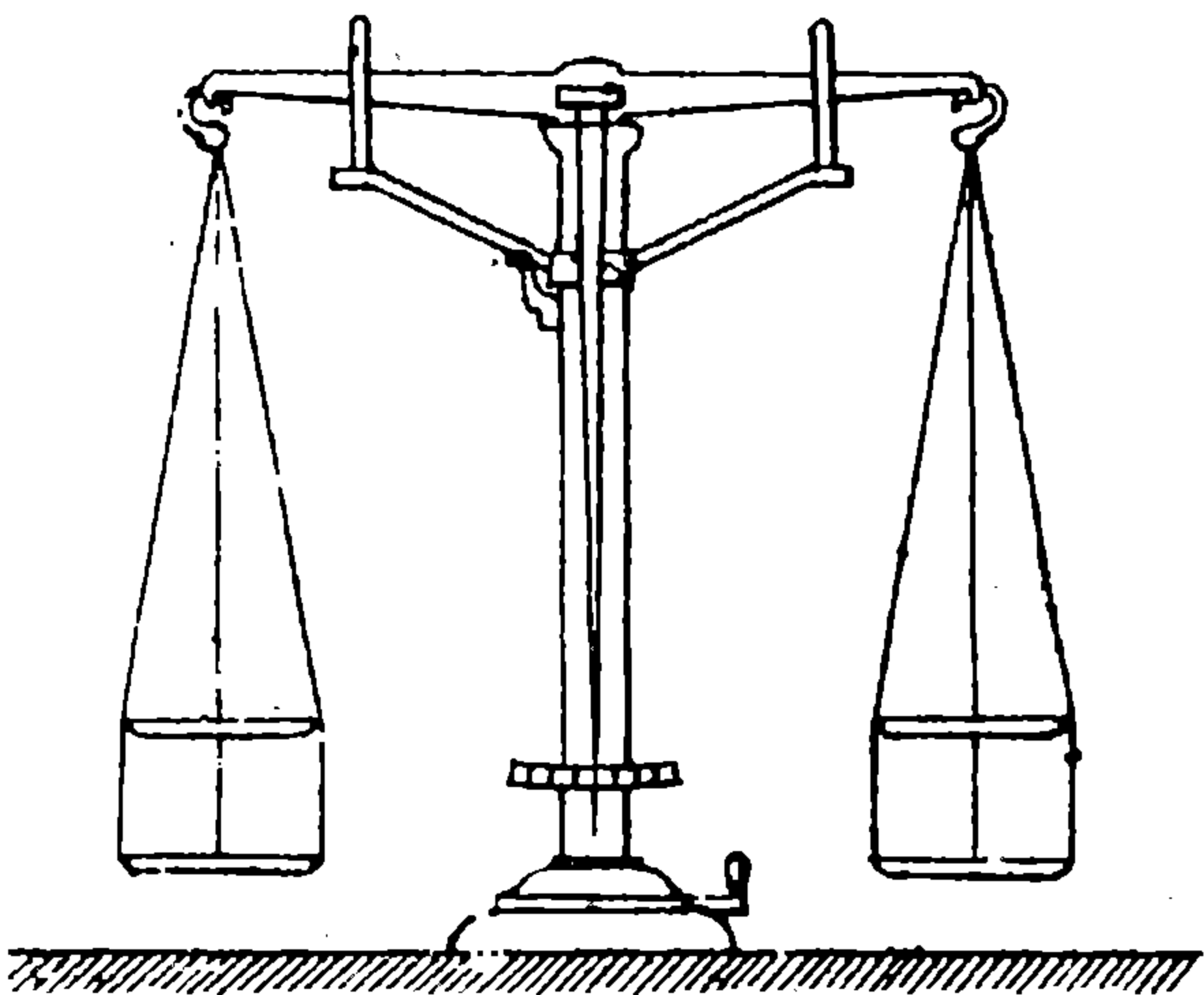
من الدرج بالابتداء من هذه النقطة ولا حاجة في تعيين الثقل الحقيقي للجسم الى ان تكون الإبرة

رأية لأنه يكتفى أن تهتز بعض اهتزازات متساوية السعة القوسية من كل طرف من الصفر

وينبغي الاحتراس من تيار الهواء في عمل الأوزان المضبوطة فلذلك يضعون الميزان في صندوق

ولا يفتنون الاجره من الزجاج وقت العمليات ولاجل ان لا ينبرى حد السكين من حامله يفتنوه

فصل ۱۰



عادة في الموازين المصنوعة مسندين

کافی (شکل ۴۵) برتفعان بواسطه زحمة

وَيَحْمِلُنَا الْعَبَثَ وَقَدْ عَدِمَ اسْتِعْمَالُ الْآلَةِ

وهذان المسندان يستعملان ايضا لمنع

الاهتزازات الكبيرة جداً

الدرس الرابع

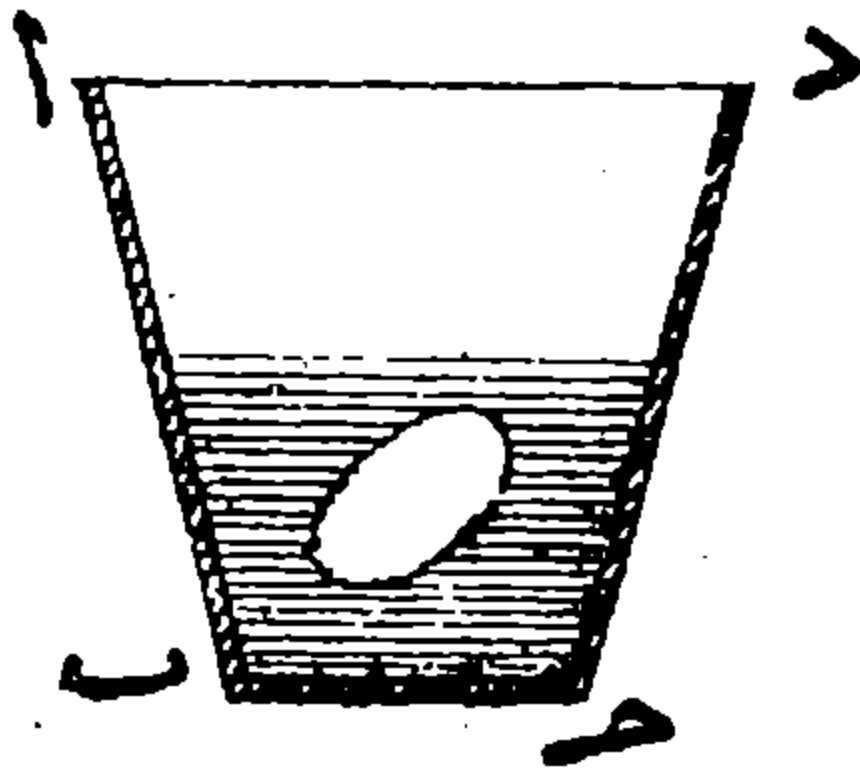
الباب الثالث

في الأجسام العاطرة وفي قاعدة ارشميدس

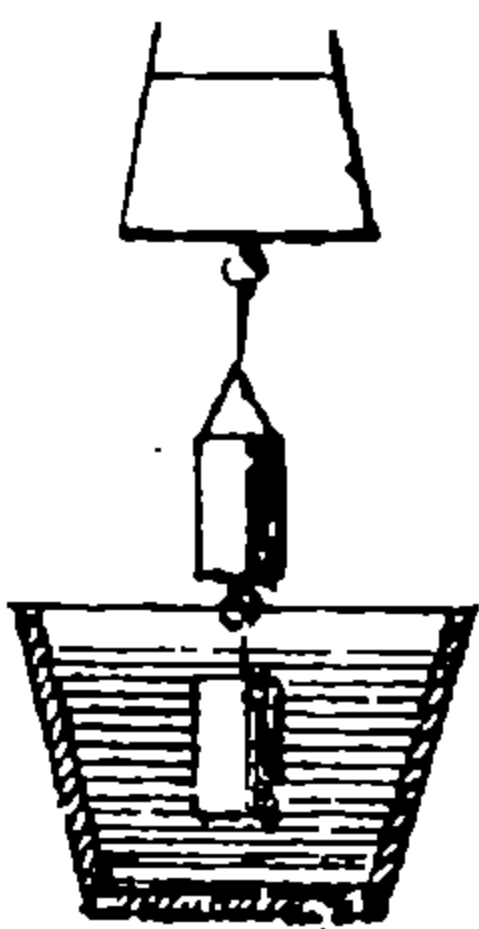
يتناول نظري الأجسام العاطرة في الموائع والطايفة عليها مبنى على قاعدة واحدة وهي قاعدة ارشميدس ومضمونها ان كل جسم عاطس في سائل يفقد جزاً من ثقله يساوي ثقل مقدار السائل حيزه كحيز هذا الجسم

وابتات هذه القاعدة يكون اما بالبرهان واما بالتجربة فاما البرهان فان نعتبر مجسماً ما نعا في توازن كالجسم ا ب ح د من (شكل ٤) ثم نفصل منه بالعقل جزءاً ما كالمجزء م

شكل ٤



شكل ٥



فلا يتخل التوازن اذا فرض ان هذا الجزء من المائع صار جامداً بالكلية وجنيد فيقع عليه من المائع المحيط به ضغط عمودية يمكن ان تخلل كلها الى ضغط افقيه وضغوط رأسية اما الضغوط الافقية فتتماحي من حيث ان الجسم م

لا يتحرك في أية جهة كانت واما الضغوط الرأسية فتاتج قواها يساوي ثقل الجسم المائع م حيث انه مضاد لسقوط هذا الجسم وانه يؤثر فيه من اسفل الى اعلى وهذا الضغط هو المسمى بضغط السائل فاذا وضعنا الآن بدلاً عن الجسم م مجسماً ما وكان شكله عين شكل حيز الجسم المذكور بالضبط فلا بد وان تقع المدة افعلة المتقدمة على هذا الجسم من المائع المحيط به

وعليه فينقص ثقله بكمية تساوى ثقل جسم المائع الذي حل هو محله
 (كما ذكره) وأما التجربة وتؤدي إلى مثل هذه النتيجة فطريقها أن تعلق تحت إحدى كفتي ميزان أسطوانة مجوفة
 من نحاس أو غير ذلك بواسطة مشبك وتضع تحتها أسطوانة أخرى مصمتة تنظر في الأسطوانة الأولى
 مع التحكك وبعد حصول التوازن إذا غمسنا الأسطوانة المصمتة في الماء فتمتلئ من الماء لعدم التوازن
 ودلت التجربة على أنه يكفي لإعادة انغماس الأسطوانة المجوفة من الماء وينتج من ذلك أن نقص
 ثقل الأسطوانة المصمتة بسبب غمسها في الماء يساوى ثقل مقدار من مائع حيزه كحيزها
 يند إذا غمس جسم في مائع فله ثلاث حالات

الحالة الأولى أن يكون الجسم المغموس لكثف من المائع وفي هذه الصورة يكون ثقل الجسم أكبر من
 مدافعة السائل فيسقط في قاع الآنا بقوة تساوى قاضها

الحالة الثانية أن يكون ثقل الجسم المغموس عين ثقل السائل المحذوف وحينئذ إذا كان ثقل الجسم
 المغموس يساوى مدافعة السائل في الجسم في توازن وسط جسم المائع ولهذا يبقى كل من العنبر
 والراتنج المسحوق معلقاً بهذه المثابة وسط الماء العادي أو الملح قليلًا خفيفًا

وتوازن الجسم المغموس بالكلية في السائل إما أن يكون دائمًا أو غير دائمى وبينين وذلك بحسب
 وضع مركز ثقله ومركز المدافعة وهو مركز ثقل السائل المحذوف ولا بد في توازن
 الجسم المغموس أن يكون كل من مركز ثقل هذا الجسم ومركز المدافعة على خط رأسي واحد فيكون
 التوازن دائمًا إذا كان مركز ثقل الجسم تحت مركز المدافعة وغير دائمى إذا كان مركز ثقل الجسم
 فوق مركز المدافعة وبينين إذا انطبقا المركزان على بعضهما

الحالة الثالثة أن يكون ثقل الجسم المغموس أقل من ثقل المائع المحذوف وفي هذه الصورة حيث كانت
 مدافعة السائل الذي يؤثر في الجسم من أسفل إلى أعلى أكبر من ثقله يرتفع الجسم على سطح المائع
 غير أنه يتأني دائمًا في هذه الحالة أن يخرج الجسم من المائع جزأ بعد جزء ثم يطفو على سطحه فتبقى
 توازن الجسم المذكور ظهراً أن ثقله يساوى ثقل الماء الذي شغل محله البحر والفاطس منه

ولاشعاع طريقة توازن الجسم الطافي هنا بمركز المدافعة بل تتعلق بوضع نقطة مخصوصة تكون
 أعلى مركز المدافعة بقليل وهذه النقطة تسمى بالمركز العلوى وتعين بواسطة الحساب ويكون
 توازن الجسم الطافي دائمًا إذا كان مركز ثقله موضوعاً تحت المركز العلوى وغير دائمى إذا كان
 هذا المركز موضوعاً فوقه وكانت دائماً على خط رأسي

وهذه الأحوال المختلفة المتعلقة بالغير والتعلق والطفو مبينة تبييناً كافياً في حركات جهاز صغير غطاس يسمى باللبة وهي غطاسة صغيرة من الزجاج اقصرنا على مجرد ذكرها هنا لما انها معروفة عند الخاص والعام

في كثافة النسبة للأجسام

يُند كفاة الجسم هي كمية المادة التي يحوى عليها في وحدة الحيز وحينئذ هي النسبة ما بين
جسم الجسم وحيزه

فاذا رز من الجسم الجسم بحرف م ولحيزه بحرف ح تكون كثافة الجسم $\text{ثخ} = \frac{\text{م}}{\text{ح}}$ وتقدم
لنا في ثقل الأجسام ان الثقل و $\text{م} \times \text{ح}$ (و وحدة جذب الارض) فاذا وضعا
عوضاً عن م مقدارها نجد ان و $\text{ثخ} \times \text{ح}$ نتائج

النتيجة الأولى اذا فرض جسم آخر ثقله و وحيزه ح وثقله الخاص ثخ كان
و $\text{ثخ} \times \text{ح} \times \text{ح}$ فاذا قسمنا الأولى على الثانية نخرج و : و :: ح : ح $\times \text{ثخ} \times \text{ثخ}$
النتيجة الثانية اذا فرض ثخ = ثخ حدثت من المناسبة الأولى و : و :: ح : ح
ومعناه انه اذا انحدر جسمان في الثقل الخاص كان حيزاهما مناسبين لثقلها

النتيجة الثالثة اذا فرض أن و = و ينتج ح $\times \text{ثخ} = \text{ح} \times \text{ثخ}$ ومنها
ح : ح :: ثخ : ثخ اعني اذا كان جسمان مختلفي الجنس متحدى الثقل كان حيزاهما مناسبين
عكس لثقلها الخاصين

النتيجة الرابعة اذا فرض ح = ح ينتج و : و :: ثخ : ثخ ومعناه ان الجسمين
المتحدى الحيز تكون نسبة ثقلها الخاصين الى بعضها كنسبة ثقلها وهذه النتيجة الأخيرة
معرفتها مهمة جداً لانه لا يمكن تقدير أى كمية بدون مقابلتها بكمية أخرى من نوعها تجعل
وحدة ومن حيث ان الماء المقطر تحصل بسهولة وبصيرت قريباً جداً في جميع اماكن الكرة اخذت
كثافته وحدة لتعيين الكثافات النسبية لساثر الأجسام الجامدة والمائعة وحينئذ فالأثقال
الخاصة للأجسام هي نسب كثافتها الى كثافة الماء المقطر ويؤخذ من النتيجة الأخيرة انه متى
كانت الاحياء ز مساوية فالأثقال الخاصة مناسبة للأثقال وينتج انه لمعرفة الثقل
الخاص لجسم بالنسبة للماء يمكن ان يوزن مقدار من هذا الجسم ومثله في الحيز من الماء المقطر ويقسم

الاول على الثاني فيحدث الثقل الخاص لهذا الجسم

تنبيه

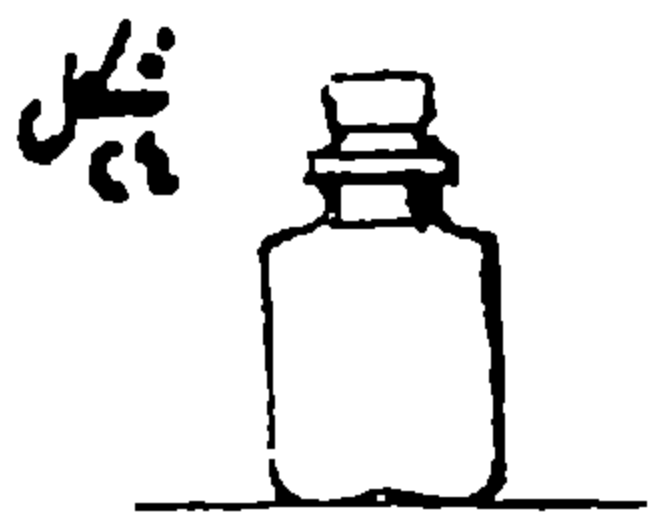
قد تقدم أن د : د :: ثخ ح : ثخ ح فاذا تأملنا في وحدات الثقل والحيز والثقل الخاص شاهدنا انه اذا كان ح بين سنتين امكبا من الماء المقطر يوجد ح = ا ، و ثخ = ا (لانه كثافة الماء) وحينئذ يكون د = ا (وهو ثقل السنتين المكعبين من الماء) فتقول المناسبة المتقدمة الى د : ا :: ح : ا أي د = ح ثخ وفي هذه المعادلة يكون د ثقل الجسم بالجرامات و ثخ ثقله الخاص بالنسبة للماء المقطر و ح حيزه بالسنتيمكعب ولتشرع الآن في الطرق اللازمة لتعيين الانفعال الخاصة للأجسام فنقول —

في تعيين الانفعال الخاصة للأجسام الجامدة

الطريقة الاولى طريقة تعيينها بالميزان الايدروستاتيكي أي الماي وهو ميزان تحت كل من كتفيه مشبك وذلك أن نعين الثقل د للجسم الجامد المطلوب المعلق في خيط رفيع جدا تحت إحدى الكتلتين ثم نعين الثقل د للجسم المذكور وقت أن يكون مغروسا بالكلية في الماء المقطر فيدل الفرق ما بين الثقلين د - د (بحسب قاعدة ارشميدس) على ثقل الماء المحذوف اعنى على ثقل مقدار من الماء حيزه مساو لحيز الجسم فاذا كان يكون الثقل الخاص المطلوب

$$\text{ثخ} = \frac{د}{د - د}$$

الطريقة الثانية طريقة المربع وهي ان نبحث في مبدأ الأمر عن ثقل الجسم بواسطة طريقة تضعيف الوزن ثم نضع كما في شكل (٤) في إحدى كفتي الميزان الجسم بجانب مربع سدود وممتلي من الماء المقطر ونضع في الكفة الثانية جيويا رزينة للحصول التوازن ثم نزل المربع ونغسل الجسم في فيهه وبعد ذلك ننده بسدادته المصفرة ونسحه مستحاجة



ونضعه ثانياً في الكفة والجسم فيه فيفضل التوازن حينئذ وتدل الاثقال التي يلزم وضعها بجانب المربع
 لحصول هذا التوازن على ثقل مقدار من الماء حيزه كحيز الجسم
 واذا كان الجسم قابلاً للانحلال في الماء فلا يمكن تعيين ثقل مقدار المائع الذي يحيزه كحيز هذا الجسم نفسه
 فيه فيبحث حينئذ عن كثافة الجسم المذكور بالنسبة الى مائع اخر لا ينحل فيه ذلك الجسم ثم من كثافة
 هذا المائع بالنسبة الى الماء ونضرب هاتين الكثافتين في بعضهما فيدل الحاصل على كثافة الجسم بالنسبة
 الى الماء ويمكن ايضاً طلي الجسم بطبقة خفيفة من الشمع بحيث لا يزداد حيز الجسم ازدياداً واضحاً
 واذا كان الجسم رملياً احتوت اجزائه على الهواء وحذفته بهذه المثابة مقداراً عظيماً من
 الماء ولأجل تقليل الخطأ نضع المربع مع الجسم المحتوي عليه تحت ناقوس الآلة المفرغة ونجري عملية
 التفريغ فيصعد الهواء حينئذ على سطح المائع وبعد انتهاء هذه العملية ندخل الهواء ثانياً تحت الناقوس
 ونملأ المربع من الماء المقطر ونسده ثم نبحث عن ثقل الماء المحذوف ويمكن ايضاً غلي الماء بعد غمس
 الجسم فيه وهذه الطريقة مرجحة عن الطريقة الأولى وذلك لان الآلة المفرغة لما كانت غير
 كافية للتفريغ الكلي كان لا يمكن ان تنزل الهواء الداخل بين اجزاء الجسم بخلاف كرات البخار التي
 تصعد من قاع الماء وقت الغلي فانها تجذب معها جميع جواهر الهواء التي تقابلها في ممرها ومن
 المهم استعمال الاستحسان المذكورة في الأجسام المذكورة لازالة الهواء الملتصق بسطحها والداخل
 في خلواتها

في تفسير الاثقال الخاصة للأجسام المائية

الطريقة الاولى طريقة الميزان الايدروستاتيكي أي المائي فاذا كان المطلوب تعيين الثقل الخاص
 للكل مثل ذلك نعلق في خيط رفيع جداً تحت إحدى كفتي هذا الميزان جسماً جامداً ونعين على التوالي
 ثقله $ق$ في الهواء ثم ثقله $ق'$ وقت ان يكون غاطساً في الكول ثم ثقله $ق''$ عند ان يكون
 غاطساً في الماء المقطر فيقتضي قاعدة ارشميدس بدل $ق - ق'$ و $ق - ق''$ اللذان
 هما انقصر ثقل الجسم في الكول وفي الماء على ثقل المائع المحذوفين بواسطة هذا
 الجسم وحيث كان حيزها واحداً فالثقل الخاص للكل يكون

$$\frac{ق - ق'}{ق - ق''} = \frac{ق}{ق'}$$

الطريقة الثانية طريقة المربع وذلك أن نأخذ مربعاً صغيراً مصنفراً كافياً (شكل ٤٩) من المائع الذي

نحبس عن ثقله الخاص ونسده وبعد مسحه نضعه

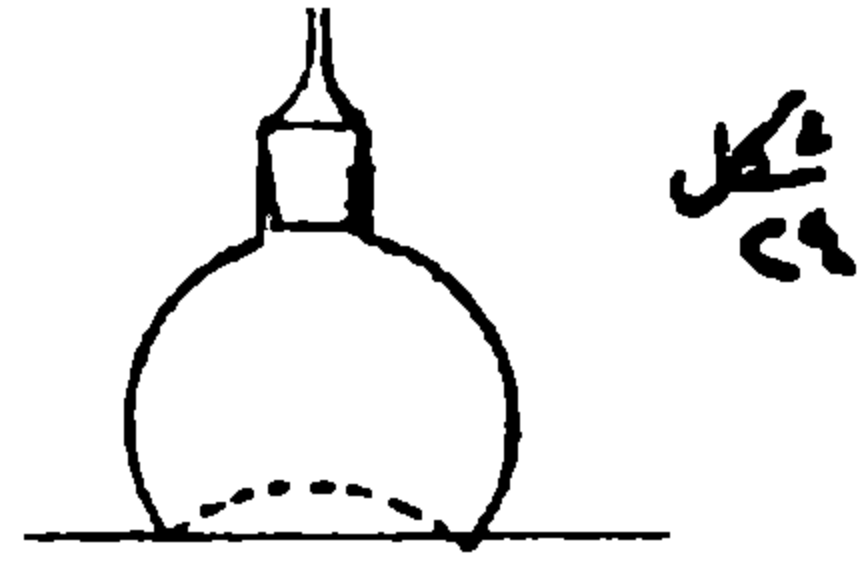
في كفة ميزان ونوازنه بحبوب رزنية ثم نفرغ المربع

ونضعه ثانية في الكفة ونضع بجانبه اثقالاً كافية

لنحصل التوازن فهذه الكيفية بتحصل ثقل المائع

المظروف فيه وبمثل هذه العملية يمكن معرفة ثقل

مقدار من المائع حين كبح المائع المذكور



في تعيين الاثقال الخاصة للغازات

تنسب الاثقال الخاصة للغازات عادة الى الثقل الخاص للهواء فيحصل الثقل الخاص للغاز بقسمة

ثقل مقدار منه على ثقل مقدار من الهواء حيزه كحيزه لكن بدلاً للمربع المستعمل في الموائع نأخذ كرة من

زجاج كافياً (شكل ٥٠) تبلغ سعتهما من ١٠ الى ١٤ لتر وفيها طوق معدني ذو حنيفة

تفرغ منه بالاختيار الغازات المراد تجريبها

ولا بد من اعتبار الغازات في درجة واحدة من

الضغط والحرارة لان ثقل مقدار ما من الغاز

مرتبط بهاتين الحالتين كاسنين ذلك فيما بعد

ولأجل أن ننسب كثافة الغازات الى كثافة الماء

يكفي ان نضرب كثافتها المنسوبة للهواء في كثافة

الهواء المنسوبة الى كثافة الماء فتساوي هذه



الكثافة $\frac{1}{770}$ بفرض ان درجة حرارة الهواء تساوي صفرًا ودرجة ضغطه تساوي 760 مم

وحيث أن اللتر الواحد من الماء يزن ١٠٠٠ غرام يكون وزن اللتر الواحد من الهواء $\frac{1}{770}$ غرام أي

0.00129 غرام في حالتي الضغط والحرارة المذكورتين وهذا عبارة عن 0.00129 غرام تقريباً

جدول الاثقال الخاصة

الاثقال الخاصة للجوامد

٨٠٨٨	نحاس	١٠٠	مأقطر
٧٠٤١	حديد	٤٣٠٠	بلايتين مصغ
٣٠٥٣	الطاس	٤٠٣٤	بلايتين مطرق
٤٠٦١	صوان	١٩٠٢٦	ذهب مطرق
٤٠٥٠	بلور	١٩٠٤٥	ذهب مذاب
١٠٩٣	جليد ذائب	١١٠٣٥	رصاص
١٠٤٤	خشب الفلين	١٠٠٤٧	فضة

الاثقال الخاصة للموائع

١٠٩٩	بنيديرجونا	١٠٠	مأقطر
١٠٨١	زيت الزيتون	١٣٠٥٩	زيتق
١٠٧٩	ألكول نفى	١٠٨٤	حضر الكبريتيك
١٠٧٤	إبنير كبريتيك	١٠٥١	حضر ازونيك

الاثقال الخاصة للغازات

١٠٥٦٣	أوكسجين	١٠٠٠	هوا
٩٧١٣٧	أزوت	٤٠٤١٦	كلور
١٠٦٩٤٦	إيدروجين	٤٠٤٤٠	حضر الكبريتوز
١٠٦٣٥	بخار الماء	١٠٥٩١	حضر الكربونيك

فلو كانت جميع الأجسام المتحدة الحيز تتمدد بالسوية بتأثير الحرارة لكانت كثافتها المطلقة تغير بالسوية بتأثير هذا الموتر ولكانت كثافتها النسبية غير مرتبطة بالموثر المذكور لكن حيث أن عدد الأجسام يختلف خصوصاً للجوامد والموائع فلا بد من تعيين درجة الحرارة التي تعين فيها كثافات تلك الأجسام فينبغي أنوع الكثافة المذكورة في الجدول المتقدم تكون معينة في درجة حرارة الجليد الذائب وأما درجة ضغط الأجسام على

اختلاف أنواعه فلها تأثير في كثافتها ومن أمثلة ذلك الأعداد المذكورة لكافة الذهب

الدرس الخامس

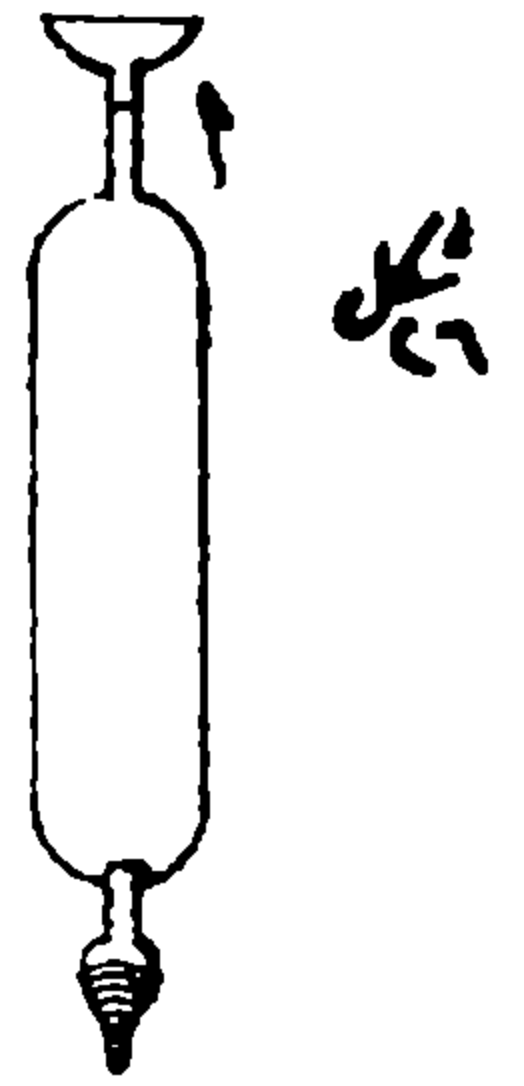
في نظري لاريومترات

يُستعمل غالباً في البحث عن المعادن وفي التجارة عوامات صغيرة تسمى بالاريومترات وفائدتها معرفة كثافة الأجسام مع السرعة التامة أو معرفة الكيتين النسبيتين لجسمين يتركب منهما مخلوط مائع

ويجب أن نبين الاريومترات ذات الحجم غير المتغير والاريومترات ذات الحجم المتغير أصغر الاريومترات التي تنغمس إلى نقطة واحدة في جميع المواضع والاريومترات التي تنغمس فيها إلى نقط مختلفة وأنت نقف على حقيقة اريومتر فرنهيت واريومتر نيكلسون اللذين هما من جملة الاريومترات ذات الحجم غير المتغير وعلى حقيقة اريومتر بوي والكومتر غايوساك اللذين هما من جملة الاريومترات ذات الحجم المتغير فنقول —

في اريومتر فرنهيت

الاريومتر المذكور مركب كما في (شكل ٣٩) من اسطوانة مزجج متجهة بقضيب رفيع عليه صحن وفي أسفل هذا عوامة كرة صغيرة ممتلئة النصف من الزيت معلقة فيه لتوازنه في المواضع توازناً دائماً ويمكن أن تنغمس هذه الآلة بواسطة انقال توضع في الصحن في جميع المواضع إلى نقطة واحدة ١ مبينة على القضيب وان تحذف بهذه المثابة مجزئاً متساوية من كل مائع ونقطة ١ تسمى نقطة التهفوف أو نقطة الغطوس فاذا اريد تعيين كثافة الاكول بواسطة هذا الاريومتر بالنسبة إلى الماء نقف في مجسم من الماء ثم في مجسم

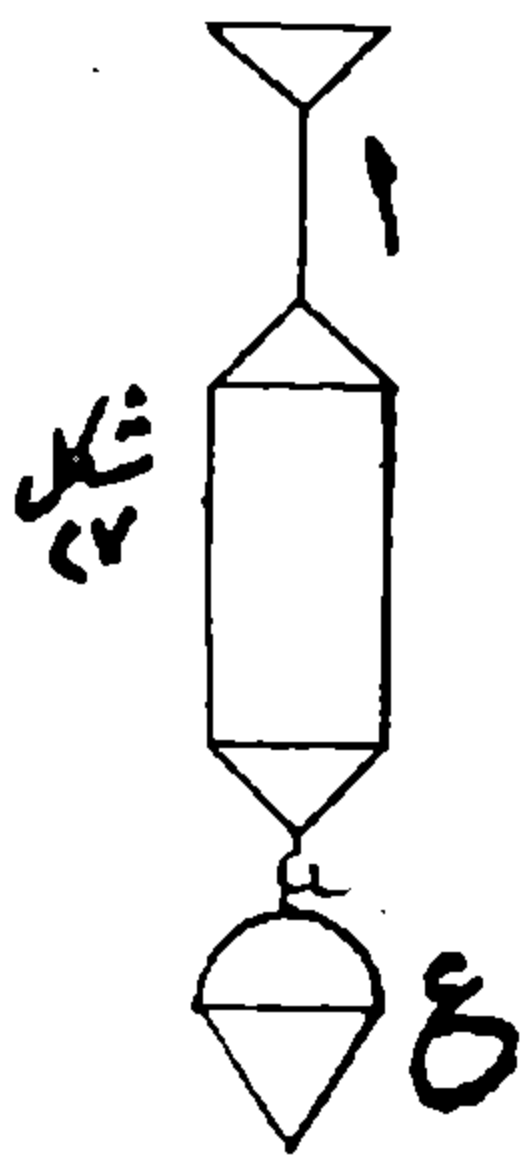


من الاكول ونبحث عن الثقلين W_1 و W_2 اللذين يلزم وضعهما في الصحن لاجل حدوث التهفوف ثم نبحث عن الثقل W_3 الذي هو ثقل الاريومتر قبل حصول الجمع $W_1 + W_2$ و W_3 على ثقل مقدارين من الماء والاكول فتجدى الحيز وذلك لانها يبينان ثقلي

العوامة اذا كانت متوازنة في هذين المائعين ومغموسة فيهما الى نقطة واحدة وبعد ذلك نقسم
الثقل $هـ + و$ في $هـ$ لالقول على الثقل $هـ + و$ للماء وهذه العملية تجري ايضا على غير ذلك
من الموائع

في اريومتر نيكلسون

قد حسن نيكلسون اريومتر فرنهيت وغيره تغيرا خفيفا فصار بذلك اريومتر معا
لتعيين كافة الجوامد



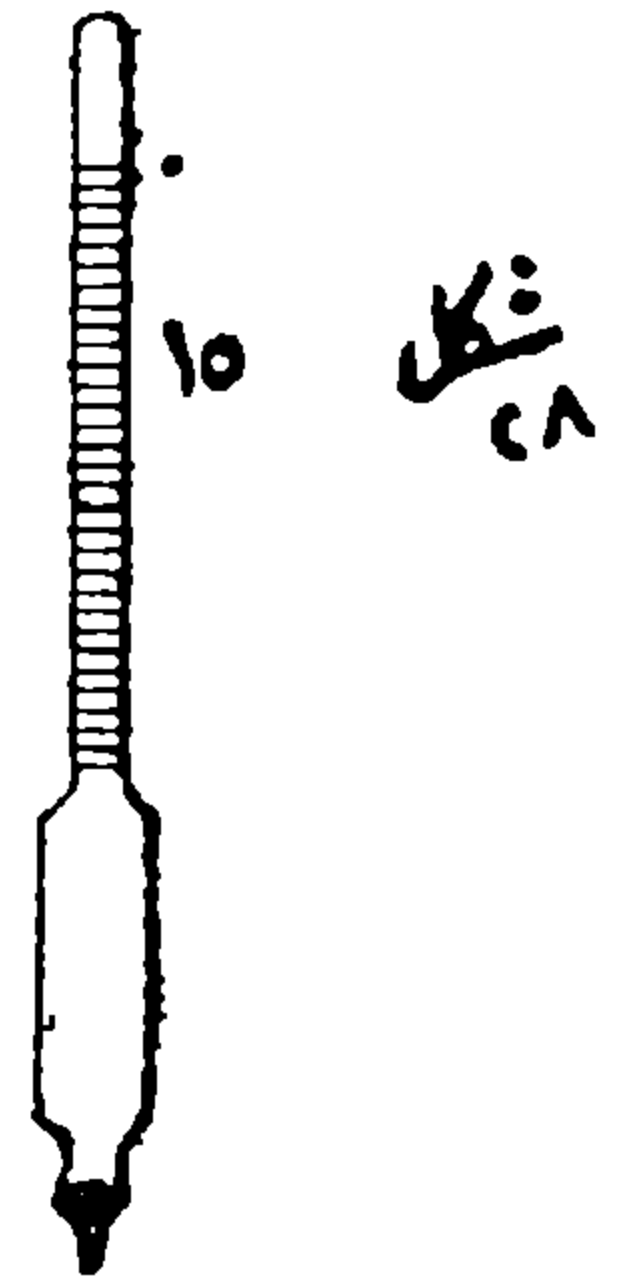
وهذا الاريومتر مركب من اسطوانة من الصفيح الموشح كما في (شكل ٤)
منتهية بقضيب متين في نقطة ١ وعليه صحن وفي اسفلها
صحن آخر كافي الكثافة لأجل أن يستعمل صابورة وكافي العرض لأجل
أن نوضع فيه الأجسام الجامدة التي يراد تجربتها ويمكن أن يستعمل
الاريومتر المذكور ميزانا يعرف به ثقل الجسم الجامد الذي يثبت
عن كثافته فلماذا تغمس العوامة في آنية ممتلئة تقريبا من الماء ونضع

لجسم في الصحن الأعلى ونوضع بجانبه انقال غير معلومة المقدار كافية لتصيير القضييب في نقطة
التعريف ١ ثم يرفع الجسم من الصحن ويوضع محله انقال معلومة المقدار تكون كافية لتجديد
تعريف الآلة فتدل هذه الانقال على ثقل الجسم ولاجل معرفة ثقل حجم من الماء مساو لحجم هذا الجسم
نرفع الانقال المعلومة المقدار من الصحن الأعلى ونثبت فيه الانقال غير المعلومة المقدار ونضع
الجسم في الصحن الأسفل ثم تغمس الآلة في الماء فلا يحصل التعريف ولاجل تجديد التعريف
يجب أن يوضع في الصحن الأعلى انقال لتدل على نقص ثقل الجسم في الماء وعليه فتدل على ثقل حجم من الماء
مساو لحجم ذلك الجسم ويؤول هذا الأمر الى قسمة ثقل الجسم على ثقل الماء

فان كان الجسم اخف من الماء لزم أن تثبت في النقطة ع مصفاة معدة لمنع هذا الجسم
عن الصعود على سطح المائع ولان تأثير لهذه المصفاة في الاوزان لانها صارت جزءا من ثقل
الآلة

في ريومتر بومي

الاريومتر المذكور مركب كما في شكل (٤١) كتركيب جميع الاريومترات ذات الحجم المتغير من اسطوانة مثبتة في نهايتها العليا انبوبة من زجاج ومتى استعملها يشبه مخروط من زجاج ممتلئ من الزئبق فاذا كانت هذه الآلة متوازنة في المائع حذفت منه جهاثقله يساوي ثقلها وعليه فكلما كثر انغراس الآلة المذكورة كلما قلت كثافة هذا المائع وطريقة التدرج التي استعملها المعلم بومي هي انه وضع صابورة كافية في اريومتره كي ينغرس في الماء المقطر الى قرب النهاية العليا من الانبوبة وعلم صفرا في نقطة التهف ثم غمسه في محلول مركب من ٨٥ جزءا من الماء و ١٥ جزءا من ملح الطعام وعلم ١٥ في نقطة التهف وبعد ذلك قسم البعد الواقع بين هاتين النقطتين الى ١٥ جزءا متساوية



وامتد في التقاسيم حتى وصل الى شبه المخروط

ولاندل هذه العوامة على كثافة السوائل بل على درجة تشبع المحاليل الملحية وعلى درجة تركيز الحوامض وعليه اذا غمسناه في عدة محاليل من ملح واحد علم ايها اشد تشبعا فيكون هو الاكثف الذي تنغرس فيه العوامة قليلا وما جرى في المحاليل يجرى ايضا في الحوامض وذلك ان اريومتر بومي ينغرس الى ٦٦ في حامض الكبريتيك الاكثر تركيزا من غيره وكلما كانت كثافة هذا الحامض قليلة بان كان يحتوي على جزء عظيم من الماء كلما زاد انغراس الآلة فيه وبسبب استعمال هذا الاريومتر تارة في الحوامض وتارة في الاملاح صار يطلو عليه في الغالب ميزان الاملاح وميزان الحوامض ومن المهم في التجارة معرفة مقدار الكول الداخل في الارواح وفي الموائع الروحية ويمكن الوصول لذلك بتغيير علامتي التهف حتى يجعل الصفرا سفلا ومع ذلك فقد استعمل المعلم بومي تدريجا آخر لموازين الارواح وذلك انه غمس الآلة في محلول مركب من ٩٠ جزءا من الماء و ١٠ جزءا من ملح الطعام وعلم صفرا على نقطة الغطوس ثم غمسها في الماء المقطر وعلم ١٠ في نقطة التهف وقسم البعد الكائن بين النقطتين الى ١٠ أجزاء متساوية واستمر على التقاسيم حتى وصل الى الجرح الاعلى من القضيب فكلما كثر الكول المائع الروحي كلما ازداد انغراس هذا الاريومتر ودرجة الكول التجارية ٣٥ ودرجة الانكسار ١٤ أو ١٥ واما درجة انكسار كبريتيك

نقل

طبع
بمصر
الديار

فصل الى v. وقد يستعمل في الغالب ميزان آخر للأدراج ينسب الى المعلم كرتير ولا يتخاف
الميزان المتقدم الا في التدرج فقط

في الكومتر المعلم غايوساكت

يتم الكومتر المذكور نفيس في التجارة لتبسيطه حجم الكول الصافي الداخل في مخلوط مركب من الكول
وما يجر النظر الى درجة انقاسه في هذا المخلوط ولا أجل تدريجه نفسه اولاً في الكول
نقى ونضع له صابون بحيث يصل تقريباً الى النهاية العليا من الارق ونعلم ١٠٠ على نقطة
التفهم ثم نركب جملة مخاليط يكون مقدار اجزائها المأخوذة من الكول النقي

١٠ ٥ ٠ ٨٥ ٩٠ ٩٥

ومقدار اجزائها المأخوذة من الماء ١٠٠ ٩٥ ٩٠ ١٥ ١٠ ٥

ونفس الالة فيها بالتوالي ونعلم على نقط التفهم بالارقام

١٠ ٥ ٠ ٨٥ ٩٠ ٩٥

ولاجل الحصول على النقط المتوسطة يلزم مخاليط اخرى غير اناء اذا قمنا كلامنا من الأبعاد
الى خمسة اجزاء متساوية فنقط التقسيم تختلف اختلافاً قليلاً عن النقط التي تكون نتيجة
للتجارب التجارية علمها مباشرة فان وقفاً الكومتر على الدرجة الثلاثين في مجسم قدره
٦٠ لتر من الكول كان هذا الجسم لا يحتوي الا على ٦٠ x ٣٠ ز أي ٧٨ من الكول
النقي ثم ان اريومتر المعلم غايوساكت بسيط الاستعمال وسهله اذا كانت كثافات المواع
غير متغيرة لكن حيث ان هذه الكثافات تتغير بتغير درجة الحرارة وان نقط التفهم
الواحدة في درجتين من الحرارة لا تدل على مقدار واحد من الكول انشاء المعلم المذكور
جدول تدل على التصحيح اللازم عمله في النتائج فصار بذلك هذا الكومتر سهل
الاستعمال في جميع درجات الحرارة ولما نعلم ان عمل اريومترات مشابهة للأريومترات
المذكورة لاجل تعيين المقادير النسبية لأي جسمين يتركب منهما مخلوط مائع

الدرس السادس

الباب الرابع

في تأثير الشاغل على الغازات

بند الجوّاء الهواء طبقة محيطية بالكرة الأرضية احاطة متصلة ومرتفعة عن سطح هذه الكرة بقدر ١٤ أو ١٥ فرسخاً والجو تابع للحركة الدورية ولو كان ساكناً لصادم الأجسام عند دورانها مصادمة تكون عين المصادمة التي تحدث في صورة ما لو كانت تلك الأسماء ساكنة ولجو منحنى كما اذا كانت حركة الجوّ في الصورة الأولى مساوية لحركتها في الصورة الثانية ومضادة لها وفي هذه الحالة تقظم المصادمة وتزيد عن مصادمة العوصف الشديدة بحيث تكون سرعة تيار الهواء الذي يهب مثلاً جهة خط الاستواء من المشرق الى المغرب في الثانية الواحدة ٤٥٦ متراً مع ان الريح لا تبلغ سرعته ابداً ٤٥ متراً وكان المتقدمون يعتقدون أن الهواء جسم بسيط من جملة عناصر العالم التي تكلم عليها ارسطو مع انه مركب من غازين يسميان عند اليكسأوين المتأخرين بالأكسجين والأزوت فاما الغاز الأول فهو خمس حجمه تقريباً واما الثاني فهو أربعة أخماسه ولو كان الأزوت نقياً لم يكن كافياً للاشعال وحفظ الحياة ولو كان الأكسجين داخل فيه بمقدار أعظم من المذكور لقويت حياة الحيوانات جداً وانقذت قواها بسرعة وكان الهواء مركب من الغازين المذكورين مركب ايضاً من حمض الكربونيك ومن بخار الماء لكنهما لا يوجدان فيه الا بمقدار قليل بالنسبة للغازين المذكورين

بند ثم ان عناصر الهواء والغازات تتحرك كحركة عناصر الموائع وكثير من خواص الموائع موجود في الغازات ولندكر الخواص المشتركة بينهما فنقول —

اولاً ان الغازات تنقل الضغط الواقع على نقطة ما من مجسمها الى جميع الجهات بقدر واحد وثانياً ان التوازن لا يمكن أن يوجد في الغاز بدون أن يحصل لعناصره صفوف متساوية ومتضادة في جميع جهاته

وثالثاً أن ضغط الغاز على غيره بالنظر إلى التشاغل غير متعلقة أصلاً بشكل الأنية المحتوية على الغاز

ورابعاً أن الأجسام الغاطسة في مجسم غازي متقادة لضغط رأسى واقع من أسفل إلى أعلى ومساوٍ لثقل السائل المحذوف

وخامساً أن سيلان الغازات من المنافذ الصغيرة جارٍ على قوانين سيلان اللوائح وأن السرعة في المنافذ تقدر كما تقدر سرعة الموائع فيها ولم تتعرض هنا لتأثير تلك القواعد ولا لتطبيقاتها لما أنها تذكر فيما بعد وإنما تقتصر على ذكر بعض نتائج عامة فنقول الجوى منقسم إلى طبقات أفقية فجميع العناصر لطبقة واحدة تنضغط على السوية من أعلى إلى أسفل لأنها لم تنضغط بهذه المثابة لنقلت العناصر الأعظم انضغاطاً من غيرها أعظم ضغط تقلباً بنياً وانعدام التوازن ولم يبق على أصله وزيادة على ذلك ضغط الجوى الكلى على سطح ما يساوى ثقل عمود رأسى من الهواء قاعدة هذا السطح ورأسه آخر الجوى ويؤخذ من هذه النتيجة أنه كلما كانت ضغوط الطبقات الأفقية وأقاربها صغيرة جداً كلما كانت ارتفاع الطبقات كبيراً

ينبذ والغازات المضروبة في الأواني يحدث منها نوعان من الضغط على الجدران الأول الضغط الناشئ عن ثقلها والثاني الضغط الناشئ عن قوة مرونتها أما النوع الأول فهو مشابه لضغط الموائع إذا كان غير مرتبط بشكل الأنية وكن يتزايد من الأعلى إلى الأسفل غير أنه دائماً أشد ضعفاً من ضغط الموائع لأن أقارب الغازات أصغر دائماً من أقارب الموائع وأما النوع الثانى أى الضغط الناشئ عن قوة مرونة الغازات فهو أكبر من الضغط الناشئ عن ثقلها فكانت أبعاد الأنية المحتوية على الغاز غير كبيرة جداً وبخلافه أيضاً فإنه يقع على جميع الجدران بشدة واحدة حيث أن الأجزاء الصغيرة للغازات تتدفع في جميع الجهات بقوة واحدة

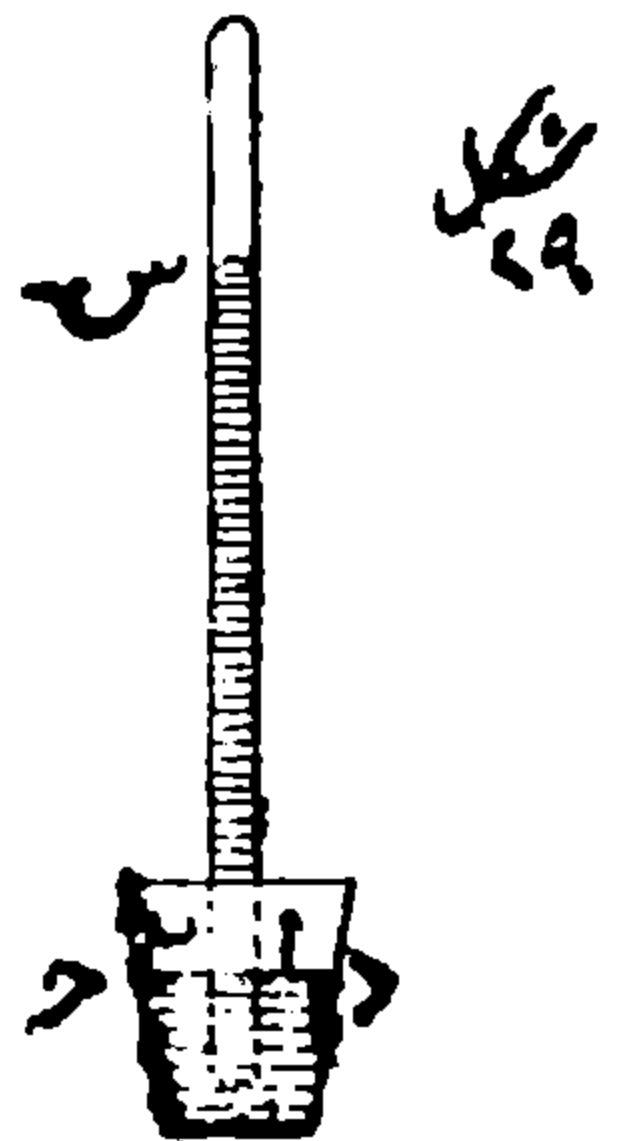
فإذا اتصل هواء محل الهواء الخارجى فالضغط الناشئ عن مرونة الهواء الداخلى يكون مساوياً للضغط الحادث من ثقل الجوى وذلك لأن التوازن لا يمكن أن يسبق بين الهواء الخارجى والهواء الداخلى إلا إذا كان الجزء الصغير من الهواء الموضوع جهة منفذ التوصيل مضغوطاً بالسوية من الداخل إلى الخارج ومن الخارج إلى الداخل وعليه فالطوح المتساوية يقع عليها

منقوط واحدة في داخل المحل وفي خارجه

ويتفتح لنا الضغط الناشئ عن مرونة الهواء بتجربة بسيطة جداً هي اننا اذا غمسنا انبوبة مفتوحة الطرفين في جسم من مائع فانه يرتفع الى تسوية واحدة في الداخل وفي الخارج لما ان الهواء يحصل منه ضغط واحد على جميع نقاط سطح الماء ويبقى المائع حافطاً ايضاً لتسوية واحدة اذا سدنا الطرف الاعلى للانبوبة بالاصبع لان الهواء الداخلي لم يكن مضغوطاً ولا منتشراً تتدافع اجزائه الصغيرة بقوة واحدة تكون عين القوة الأصلية وعليه فيقع منها ضغط واحد في جميع الجهات اما الماء الداخلي في الصورة الاولى فكان مضغوطاً بشغل الهواء الجوي واما في الثانية فكان مضغوطاً بقوة المرونة فلا ينتشر الهواء الداخلي لتقصت مرونته وارتفع الماء في الانبوبة ولو انضغط الهواء لعظمت مرونته وانخفض الماء

في الباروميتر أي آلة يماس ضغط الهواء

٣٤ الباروميتر آلة معدة لقياس ضغط الهواء على سطح الأرض ولاجل عمل باروميتر تؤخذ انبوبة من الزجاج طولها ٨٠ سنتيمتراً تقريباً مسدودة أحد الطرفين ومفتوحة الآخر وتملأ زيتاً الطرد الهواء منها ثم يوضع الاصبع على الطرف المفتوح وتقلب مغموساً جزأها الأسفل في طست ممتلئ من الزيت فيجود رفع الاصبع يشاهد ان المائع ينزل قليلاً في الانبوبة مع انه لم يدخل من الهواء فيها ثانياً في جزء ولكن بدل ان ينزل في الانبوبة الى تسوية الزيت الموجود في الطست يبقى فوق هذه التسوية على ارتفاع عظيم سـ ب (كما في الشكل ٤٩)



ويؤخذ من هذه التجربة ان الهواء يضغط على الزيت الموجود في الطست لانه اذا كان لا يضغط عليه فتسوية المائع تكون واحدة في داخل الانبوبة وفي خارجها وينتج من هذا ايضاً ان عمود الزيت سـ ب الكائن فوق التسوية الخارجية يقاس به ضغط الهواء لان هذا العمود يصير ضغطه

هذا الغاز موازاً له حيث انه يوجد فوقه فضاء تام وليس ارتفاع عمود الزيت في الباروميتر واحداً في الأزمنة المختلفة للسنة ولا في الساعات المختلفة ليوم واحد بل يتغير تغيراً

قليلة الامتداد وارتفاعه المتوسط يساوي ٧٦ سنتيمترا (اي ٣٠ اصبعاً) فوق تسوية البحر
واختراع البارومتر وينسب للمعلم نورسلي تلميذ المعلم غاليله كان في سنة ١٦٤٣ مسجعه وهذا
الوقت هو مبدأ تقدم علم الطبيعة فكان لا يوجد وقتئذ الا بعض تعريفات وهمية تتعلق
بأكبر الحوادث وكانوا يلتمسون الى الأسباب الخفية في توضيح تلك التعريفات فكانوا ينسبون
صعود المياه مثلاً في الطلبنات لكراهة الطبيعة للفراغ وقد استولى هذا الرأي على العقول
ورسوخ فيها حتى انه في السنين الأولى التي أعقبت تجربة نورسلي كان الناس لا يعتقدون
وجود ضغط الهواء ولأن تأثيره لأجل حفظ عمود البارومتر وسند ذكرهنا بعض تجارب
دلّت مع الايضاح على حقيقة قاعدة البارومتر فنقول —

اولاً اذا كان عمود الزئبق محفوظاً حقيقة في الفضاء بواسطة ضغط الهواء فالمواضع التي
تكون أقل كثافة من الزئبق يلزم ان تبقى فيه على ارتفاع أكبر من ارتفاع الزئبق ولا بد زيادة
على ذلك ان تكون ارتفاعات اعمدها متناسبة عكساً مع كثافتها وقد أثبت المعلم يسكال
هذا الأمر في سنة ١٦٤٦ وذلك انه استعمل أنبوبة طولها ٤٦ قدماً مدودة احد الطرفين
ومفتوحة الأخر ومملأها ماء وسدها بسدادة وقلبها في آنية مملئة من الماء فجرد
رفع السدادة نزل الماء في الأنبوبة وبقي فيها على ارتفاع يبلغ ٣٤ قدماً تقريباً
(اي ٣٣ زاً) فوق التسوية وهذا الارتفاع يزيد بقدر ١٣٫٥٩ مرة تقريباً عن ارتفاع
الزئبق في الأحوال المذكورة

ثانياً اذا نقل الانسان البارومتر في عدة اماكن مختلفة الارتفاع يشاهد انه كلما ارتفع
في الجو كلما نزل عمود الزئبق وقد حقق هذا الأمر على سلسلة جبل تسمى بي دودومه وقت
دعوى المعلم يسكال

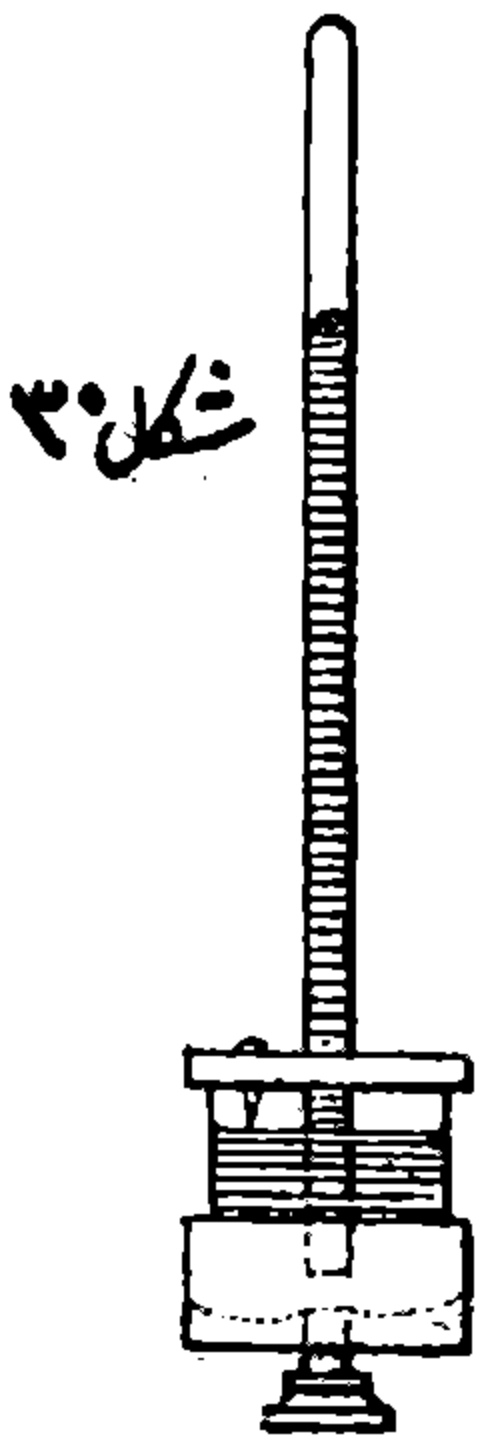
ثالثاً اذا كان ضغط الهواء سبباً في حفظ عمود الزئبق في انابيب البارومتر فارفع هذا
العمود يلزم ان يكون غير مرتبط بشكل الانابيب ولا بعادها ولا بميلها وقد ثبت هذا بالتجربة
وحيث تعرفت تلك التعريفات فالواجب ان نبين الطرق المستعملة في انشاء بارومتر
حقيقي وفي تسهيل استعماله فنذكر البارومترات ذات الطست والبارومترات ذات المحصر فنقول

في البارومتر ذات الطست

عند اذ اريد انشاء بارومتر لزم الحصول على فضاء تام فوق عمود الزيت فان بقي هواء أو غاز آخر في الفضاء البارومتر فعمود الزيت ينغصن بواسطة قوة مرونته وحينئذ لا يقاس به ضغط الجو فلذا يجب ان يهتم ما يمكن في طرد كرات الهواء والرطوبة التي تلتصق دائماً بالجدران الداخلية للزجاجة وترتفع فوق الزيت بسبب خفتها النوعية ويتوصل الى ذلك بغلي الزيت في الأنبوبة التي يلزم جعلها بارومتر ولاجل عدم كسر الزجاجة نقسم العملية عادة الى ثلاثة اقسام فنصنع اولاً في الأنبوبة تقريباً ثلث الزيت الكافي للشمات ثم نمرها على صهد الجمر ونصبر حتى يحصل الغلي فتصعد بذلك كرات الهواء الصغيرة وانجرة الماء على سطح المائع وتزول بالكلية بواسطة الغلي الطويل وبعد ان يبرد الأنبوبة يصب فيها الثلث الثاني من الزيت وتسخن كما في الصورة الاولى ثم يصب فيها الجزء الثالث ومتى تم الغلي ولم تملئ الأنبوبة كملت من الزيت المغلي ثم يوضع الاصبع على الطرف المفتوح وتوضع مقلوبه في طست فيبقى الزيت في طول انبوبة البارومتر مقياساً يدل بالسهولة على الارتفاع الرأسى لعمود الزيت ثم يقسم هذا المقياس الى سنتيمترات ومليمترات يجعل مبدئه وهو الصفر محاذياً لتسوية الزيت في الطست و طرفه الأعلى محاذياً الى ٧٩ أو ٨٠ سنتيمتراً وحيث أن صفر المقياس ثابت كالطست لا يمكن ان يحاذى ذلك الصفر تسوية الزيت في جميع المنفوط لانه اذا زاد ضغط الجو مثلاً ارتفع الزيت في الأنبوبة وانخفض في الطست واذا انقص حصل العكس لكن اذا كان قطع الطست كبيراً جداً بالنسبة الى قطع الأنبوبة صار تغير وضع التسوية بالنسبة للصفر غير محسوس في التغيرات الخفيفة للمنفوط وحينئذ يمكن عدم اعتبار الخطأ وهذا ما يحصل في البارومتر المعتادة ذات الطست

عند اذ احتاج الأمر لضبط التجاريب وجب اعتبار تغيرات التسوية في الطست أو جعل الجهاز غير مرتبط به ويتوصل الى ذلك بمسكا أحدته المعلم فورتين من التسليح البديع وذلك ان المعلم فورتين جعل الزيت في باروميتره (كما في شكل ٥٠) على جلد غزال مثبت على جدران الطست الجانبية بحيث يمكن خفض الجلد ورفعها بواسطة برمة وبذلك يرجع الزيت الى التسوية ثابتة يعلم فيها الصفر فيخضع تعدد التقاسيم بالابتداء من هذه التسوية ولاجل ضبط التام في رصد التجاريب

بجعل في الجزء الاعلى من الطست ساق من عاج يجعل طرفه الأسفل ماساً لتسوية الزيت فيقابل الصفر
ومقياس البارومتر مرسوم على انبوبة طويلة من النحاس مبطنة به وحافطة
له وفي الجزء الاعلى من الانبوبة ثقبان متقابلان مصنوعان بالطول حيث
ان مائع الزيت منته بسطح محدب يجب لأجل ملاحظته ان يحرق
الانسان بعينه الى مستوا في ماس لهذا السطح بواسطة انبوبة اسطوانية
تحرّك حتى ان الاشعة النظرية تصير مماسة لأطرافها العليا ولطرف
عمود الزيت أيضاً فتد ل نقطة المقياس المتقابلة لراسها على ارتفاع العمود
وهذه الأنبوبة مصحوبة عادة بالآلة الورنية



ثم ان بارومتر المعلم فورتين يستعمل غالباً في الاسفار فاذا اريد نقله
يرفع جلد الغزال الى ان يعلأ الزيت الانبوبة والجزء الاعلى من الطست لا مكان قلب البارومتر
وارتجائه بعض ارتجاجات بدون ان تنكسر الانبوبة وبدون ان يدخل الهواء في الفضاء ومع
ذلك لا يمكن خروج الزيت من الطست لانه سدود بجلد الغزال او بجلد الاروى الذي
لا يحتوي الاعلى سام كافية لمرور الهواء ودخوله في الطست المذكور

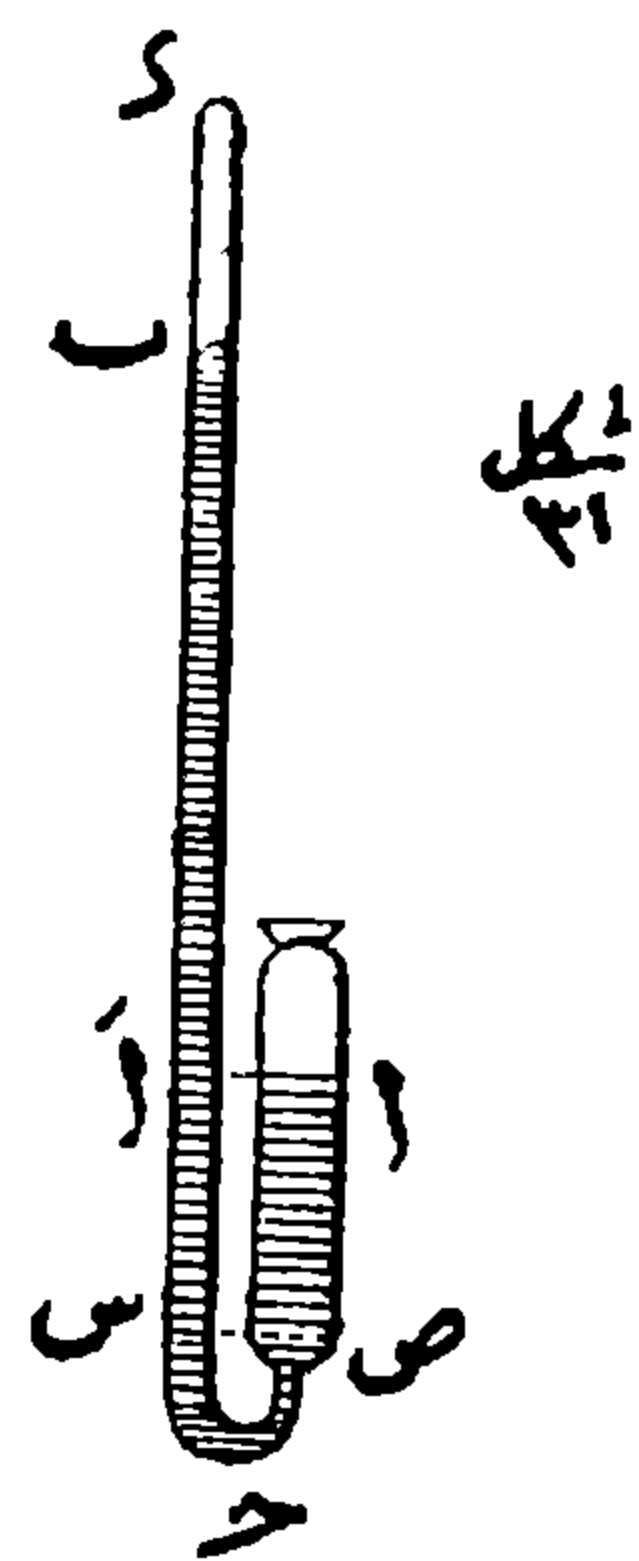
هين وفي البارومتر ذو الطست الجيد خطأ أيضاً احد هما خاص بالجذب الشعري والثاني بالحرارة
فانما انبوبة من الزجاج مفتوحة الطرفين في حمام من الزيت نجد ان ارتفاع هذا المائع
في الانبوبة اقل منه في الخارج وكما كان قطر الانبوبة رقيقاً او شعرياً كان الانخفاض زائداً
وقدر هذا الانخفاض ٤٥ مم في الانبوبة التي قطرها ٥ مم و ٥٤ مم في الانبوبة التي
قطرها ١٠ مم والانخفاض المذكور الذي ينشأ عن تأثير الزجاج في الزيت لا بد وان يحصل
ايضاً في الانابيب البارومترية ولاجل جبر خله يلزم ان يضم الى الارتفاع البارومتر
المشاهد الانخفاض الذي يحدث في انبوبة من الزجاج قطرها كقطر الانبوبة الأصلية
ومفتوحة الطرفين اذا كان سطح الزيت في البارومتر محدباً بتأثيراً جيداً فان كان مستوياً
او مقعرًا فتأثير الجذب الشعري يعدم او تنجيه في جهة مضادة وعدم تحديب السطح ناشئ
على رأى المعلم دولنغ من اوكسيد الزيت الذي يتكون وقت الغلي ويذوب في الجسم
واما على رأى المعلم آووغندرو فعدم هذا التحديب ناشئ عن أجزاء الزيت الصغيرة التي تدخل
وقت الغلي في سام الأنبوبة فتؤثر في المائع كي ترفعه في طول الانبوبة

(٤٨)
ويحدث في الزيت بسبب تغير الحرارة كثيراً وقليل من الكثافة ويؤخذ من هذا ان الضغط الواحد يمكن
ان يكون له ارتفاعات مختلفة وأن الضغوط المختلفة يمكن ان تكون لها ارتفاعات متساوية فلاجل
مقارنة الضغوط الجوية ببعضها يلزم ان تلاحظ الارتفاعات في البارومتر وان يُنَجِّثَ بواسطة
الحسابات أو الى تلك الارتفاعات في كافة واحدة من الزيت أو في درجة واحدة من الحرارة
والحرارة التي نحن بصددها هي درجة حرارة الجليد الذائب

الدرس السابع

في البارومتر ذي المص

٣٨ البارومتر ذي المص مركب من أنبوبة منخية الطرف الأسفل كما في (شكل ١٣) وشعبته الطويلة
مدودة والقصيرة مفتوحة وفي وضع هذه الآلة المعتاد يشغل الزيت
الجزء ا ح ب من الأنبوبة وأما الجزء ب د المفرغ تقريباً
تماماً فإنه عبارة عن الفراغ الباروميترى ففاضل التسويتين ١ ب
يقاس به الضغط الجوي لان العمودين ا ح و ا ح المتساويين
الارتفاع يتعادلان ببعضهما وفي البارومتر ذي المص المعتاد قطر
الشعبة المفتوحة اكبر من قطر الشعبة المدودة وتسوية الزيت ثابتة
تقريباً في التغيرات الواهية للضغوط فتعلم هذه التسوية بصفر وتبدأ
التقاسيم من هذه النقطة الى ٧٩ أو ٨٠ سنتيمتراً ومع ذلك
ينج من اثبات الصفر خطأ يشابه خطأ البارومتر ذي الطست المعتاد
ولا عند ادب هذا الخطأ بتعليم التقاسيم على كل من الشعبتين بالابتداء من خط اتقي واحد س ص
مثلاً ويتقدر الضغط بواسطة فاضل ارتفاعي العمودين في الأنبوبتين

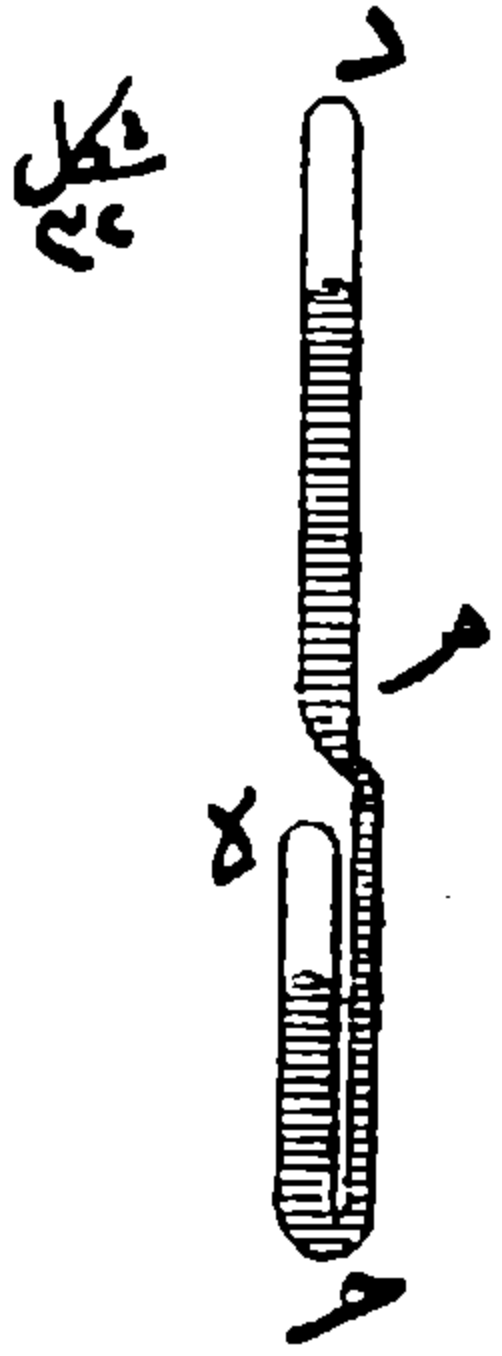


والغالب ان نوضع حنفية منحدية في الشعبة القصيرة في نقطة كائنة تحت تسوية الزيت
والغرض من هذه الحنفية منع المائع من الخروج من البارومتر حتى اريد نقله ومنع الهواء من الدخول
في الفراغ الباروميترى واذا احتجنا لأخذ هذه الآلة في السفر حملنا الأنبوبة بحيث تمتلي الشعبة
الطويلة



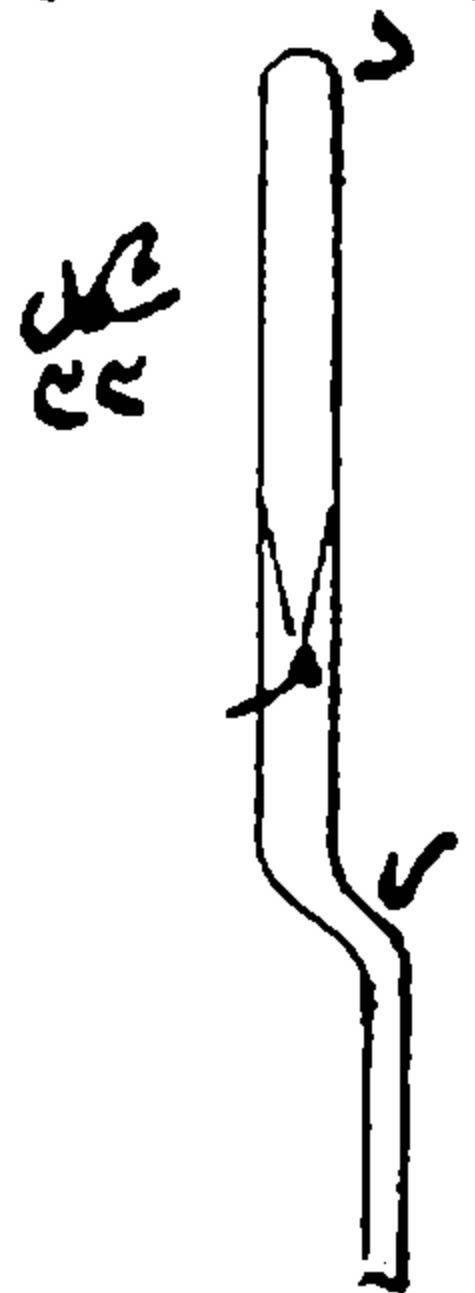
الطويلة من الزيت ثم تد الحنفية ولما كانت الحنفيات المتخذة من الحديد لا تمنع منعاً مطلقاً
التوصيل بين شعبي البارومتر وجب دهنها دائماً بمادة دسمة ولما كان الزيت ينسج من هذه

المادة بسرعة كان هذا التصليح غير موافق بالكيفية للغرض المطلوب



بند فحينئذ يكون التصليح الذي أحدثه المعلم غايلاً وساك في البارومتر
ذي المصنوع ولحسن من سابقه في صحة دلائله وسهولة نقله
وذلك لانه مركب كافي (شكل ٢٢) من انبوتين متساويتي القطر
متصلتين بواسطة انبوبة متينة جداً قطرها مليمتر واحد ومليتان
وليت الشعبة القصيرة على امتداد الشعبة الطويلة بالكيفية ونهايتها
العليا تزيد قليلاً عن النهاية السفلى للطويلة وذلك ليقيم مركز ثقل

البارومتر على محور الشعبة الطويلة وتسد الشعبة القصيرة بمجرد ان يدخل الزيت ولا يفتح
فيها الا ثقب واحد شعري على بعد سنتيمتر واحداً وستيمترين من طرفها وهذا الثقب كاف
لدخول الهواء في الانبوبة ومنع الزيت عن الخروج منها لما انه صغير جداً فاذا اردنا نقل
هذا البارومتر قلبناه بحيث تمتلئ الشعبة ح د من الزيت ويصل الفاضل من هذا المائع الى
النقطة ه واذا اردنا استعماله اقناه ولا نجشى دخول الهواء في الفراغ البارومترى لانت
الهواء لما كان لا يمكنه ان يمر في الانبوبة الشعرية في وقت واحد مع الزيت يرجع بمجرد نزول
هذا المائع والعادة ان يحاط البارومتر المذكور باسطوانة من النحاس فيها شقان ترسم
التقاسيم عليها وتقرء هذه التقاسيم بتحريك انبوبة اسطوانية ذات ورنيه على طول اسطوانة
النحاس كافي بارومتر المعلم فوتين ولا نجشى من تأثير الانخفاض الشعري لان قطري الانبوتين
متساويين فيتعادل فيهما التأثيران ويمكن بدء صفر التقاسيم من خط افقي مرسوم على البحر الاسفل



من الآلة وحينئذ يقاس الضغط بواسطة فاضل ارتفاعي العمودين ويمكن

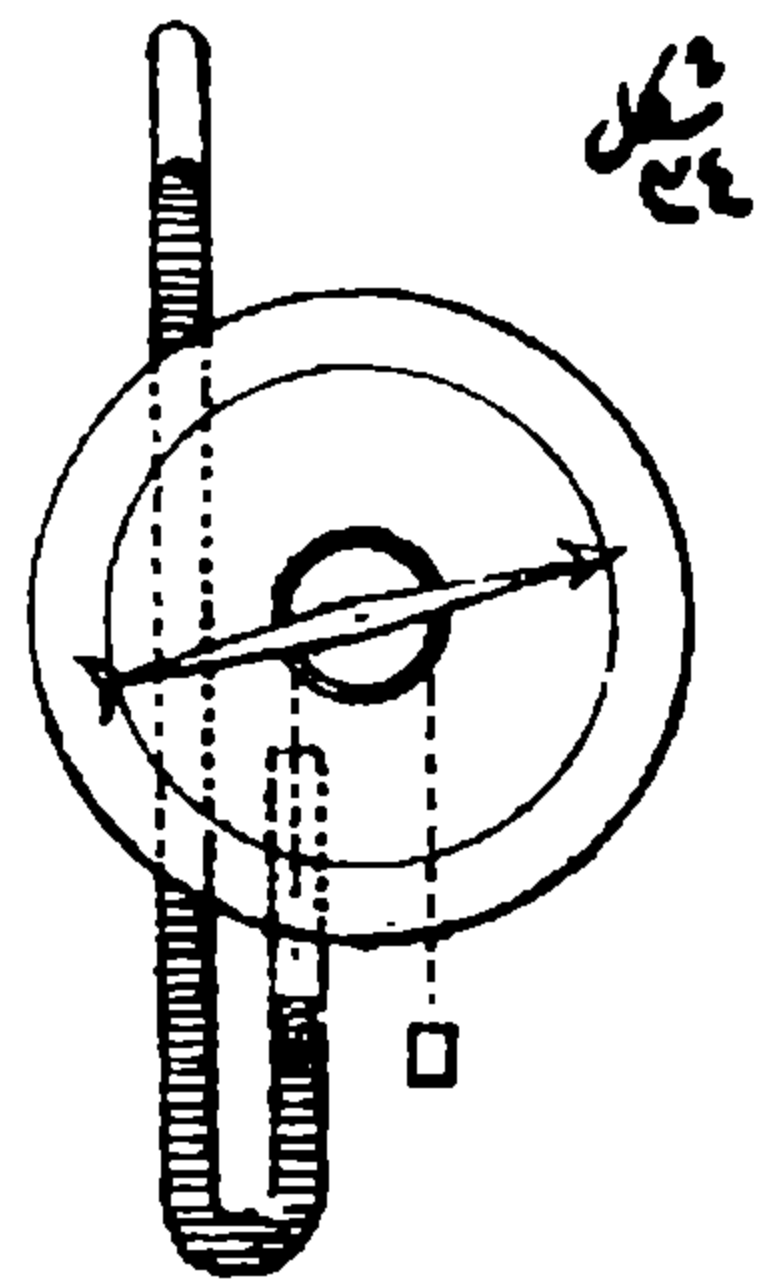
ان يجعل الصفر على نقطة ما كالنقطة م الكائنة فوق التوبة السفلى
ثم ترسم التقاسيم فوق هذه النقطة وتحتها فيساوي الضغط في هذه
الصورة حاصل جمع التقاسيم التي اولها الصفر واخرها نسوبتا الزيت
في الانبوتين

ومع وجود الجذب الشعري لانبوبة التوصيل صار الهواء يدخل اجاباً

في الفراغ البارومتري من قبل الآلة وارتجت ارتفاعات شديدة فلذلك تدارك المعلم بونسان
هذا العارض واخترع الشعبة ^٢در للبارومتر الذي احدى شعبتيه ^٣م اسفلها طويل رفيع
كافي (شكل ٣٢) والثانية ^٤مرر ملحومة بالاولى فاذا دخل الهواء في الأنبوبة الشعرية تبع جدران
الزجاجة وحمل حول الجزء الرفيع فلا ينشأ عنه بهذه المثابة ادنى انخفاض في عمود الزئبق ويمكن
أن ينظر بسهولة عند قلب الجهاز اذا احتيج الى ذلك

يند ^٥والغالب في الاود والمقاعد استعمال البارومتر ذي المينة الساعية وهو كما في (شكل ٣٤)
بارومتر ذو ممرين شعبتيه متساويين ^٦دوفيه عروامة صغيرة متخذة من حديد مستندة على

زئبق الأنبوبة المفتوحة ومربوطة بخيط يدور على بكرة في طرفه
ثقل للموازنة فاذا نقص الضغط ارتفع الزئبق في الأنبوبة المفتوحة
وبهذا تصعد العروامة فتترك البكرة جنباً تحركها دورياً تفصل الحركة
الناشئة عنها الى عقرب ثابت في مركزها طرفه دائرة على مدار وجه
مينة منقسم الى عدة اقسام فيدرج هذا البارومتر بواسطة بارومتر
جيد يقارن به تدريجاً بحيث ان العقرب لا يرسم محيط دائرة تام في



التغيرات الزائدة والعادة ان لا يبين ارتفاع عمود الزئبق للبارومتر على وجه المينة المذكورة
وانما يبين فقط احوال الجو الموافقة بالتخمين للضغط المتنوعة في الحال المختلفة ولا يستعمل هذا
البارومتر ايداً في التجارب التي تستدعي ضبطاً زائداً

يند ^٧والبارومتر الابتر يستعمل احياناً في التجارب الطبيعية وهو بارومتر ذو ممرين شعبتيه ^٨
٧٦ ستيماً ولا يمكن بسبب هذا الارتفاع أن يقاس بالبارومتر المذكور الضغط الجوي وانما
تقاس به الضغط الضعيفة وهذا القياس يباوياً فاضل ارتفاع العمودين في الشعبتين ويطلق
على هذا البارومتر غالباً اسم المنجار

في التغيرات البارومترية

يند ^٩وقد يحصل للعمود البارومتري في محل واحد تغيرات مستمرة بين حدود لا يتجاوزها ابداً وهذه
التغيرات قليلة ومتوسط الأرصاد الجارية في يوم هو واحد سواء كان الرصد من ثانية الى ثانية

تساويان في القطر والارتفاع وهذا الارتفاع أقل عادة من ٢

(٥١)
او من دقيقة الى دقيقة او من ساعة الى ساعة فاذا احتجج ايضا الى ٤٠ رصدًا في اليوم للحصول
على المتوسط الحقيقي فلا يمكن ان ندعم هذا الشغل الشاق فنضطر الى ترك المتوسطات البارومترية
وما اسعد هذا العلم بالمعلم رامنند الراصد الماهر حيث استنتج من التجارب الكثيرة ان الرصد
الواحد الجارى وقت الزوال كان ينشأ عنه متوسط اليوم في الاقاليم الافرنجية وحينئذ
فالمتوسط المذكور سهل الحصول فاذا جمعنا متوسطات ايام الشهر وقسمناها على عدد الايام
تحصل لنا متوسط الشهر وبمثل هذه العملية يتحصل لنا متوسط السنة

ولست متوسطات جميع السنين واحدة بالضبط في محل واحد بل متغيرة تغيرات واهية
ففي مدينة باريس مثلاً متوسط ١٤ سنة من الرصد هو ٧٥٫٦ سنتيمتر مع ان متوسط
النهاية الكبرى لتلك السنين كان ٧٥٫٧٦ سنتيمتر فقط ومتوسط النهاية الصغرى
كان ٧٥٫٤١٦ سنتيمتر فلم يبلغ فاضل هذين المتوسطين المتطوقين ٤ مليمترات ونتيجة
متوسطات الاماكن الاخرى من هذه النتيجة والمتوسط على تسوية البحر المحيط ٧٦ سنتيمتراً
وقد يحصل للعمود البارومتري في بعض الأحيان تغيرات شديدة فقد شوهد في مدينة باريس
سنة ١٨٢٢ مهيبة انه نزل الى ٧٤ سنتيمتراً وارتفع في السنة المذكورة الى ٧٨ سنتيمتراً
ولم يحصل فرق عظيم جداً مثل هذا الفرق الا في النادر والعادة ان يصعد البارومتر في الاقاليم
الافرنجية في اوقات اليبوسة وينخفض في اوقات الرطوبة والرياح العاصفة واما في اقطار
خط الاستواء فانه لا يتغير فيها كثيراً لير الزواجب الشديدة عليه بل يبقى ثابتاً ولم يعرف سبب
هذه الحوادث الى الآن

وقد يحصل للبارومتر في جميع اماكن الكرة تغيرات منتظمة دورية تسمى في الغالب بالتغيرات
الساعية وهي سهلة الرصد تحت خط الاستواء حيث انها واحد هاسب في تغيرات البارومتر
ويصعب رصد هاسبوية عظيمة في الاقاليم الافرنجية لما انه يصحها تغيرات اخرى وقد حقق
المعلم هوصلد ان البارومتر يصل في كل يوم بالقرب من خط الاستواء الى نهايتين صغيرتين
فيتر من ابتداء الساعة التاسعة من النهار الى الساعة الرابعة من الليل

(والمعتبر هنا في الساعات والافقات انما هو ساعات الافرنج وافقاتهم فيبتدئ النهار عندهم
من نصف الليل والليل من الزوال) ثم يصعد الى الساعة الحادية عشر من الليل وينزل ثانياً
الى الساعة الرابعة من نصف النهار وهذه التغيرات الساعية ذات انتظام تام ولا يتجاوز

مقدارها مليمترين واما المعلم رأمند فانه اثبت أن ساعات النهايتين الكبيرتين وساعات النهايتين
الصغيرتين تتغير في بلاد فرانس بتغير الفصول في الشتاء تحصل احدى النهايتين الكبيرتين في الساعة
التاسعة من النهار والثانية في الساعة التاسعة من الليل وتحصل احدى النهايتين الصغيرتين
في الساعة الثالثة بعد الزوال وفي الصيف تحصل احدى النهايتين الكبيرتين قبل الساعة الثالثة
من النهار والثانية في الساعة الحادية عشر من الليل وتحصل احدى النهايتين الصغيرتين
في الساعة الرابعة من الزوال واما في الفصلين الآخرين فساعات النهايتين الكبيرتين والنهايتين
الصغيرتين متوسطة بين الساعات التي ذكرناها ولا يمكن تعيين التغيرات الباردة ومترية مع
الضغط الا بارصاد كثيرة ومناقشة النتائج بوجه مضبوط وكل من اشتغل بتجارب هذا
الجنس يرصد البارومتر على العموم اربع مرات في كل يوم فيرصد في الساعة التاسعة من
النهار وعند الزوال وفي الساعة الثالثة والتاسعة من الليل

في قياس ضغط الهواء بالجرامات

يبدو اذا علم ارتفاع البارومتر في محل سهل تعد برضغط الهواء في هذا المحل على سطح أفقي ولا شك
ان هذا الضغط يساوي ثقل عمود رأسى من الزئبق قاعدته هذا السطح وارتفاعه ارتفاع
الزئبق في البارومتر وعمود من الماء ارتفاعه قدر ارتفاع عمود الزئبق ١٣,٥٩ مرة ويكون
ارتفاع الزئبق المتوسط فوق تسوية البحور ٧٦ سنتيمترا من الزئبق او ١٠٣٣ سنتيمترا
من الماء فاذا سادت القاعدة المضغوطة سنتيمترا مبعافا للضغط يساوي ١٠,٣٣ جراما
واذا سادت ١٠ أو ٢٠ أو ٣٠ وهلم جرا سنتيمترا مبعافا للضغط يكون اكبر من ذلك
بقدر ١٠ أو ٢٠ أو ٣٠ وهلم جرا

ولا يقع ضغط الهواء على السطح الافقية فقط ولان من اعلى الى اسفل كذلك بل يقع على جميع
السطوح وفي جميع الاتجاهات ومع ذلك فقد من غير مرتبط بوضع السطح المضغوط فاذا
رفعنا من طست الطرف الأسفل لبارومتر شعري بنى الزئبق معلقا فيه بواسطة ضغط واقع
من اسفل الى اعلى وذلك يدل على الضغط المذكور ويكون الامر كذلك اذا كان طرف الأنبوبة
الأسفل منحنيّا انحناءا أفقيا او في اتجاه آخر ولا بد من استعمال الانابيب الشعرية في تلك التجارب

اذ بدونها يفتح الهواء مرّاً في وسط الزيت عند رفعها من الطست ويرتفع الى رأس العمود فيسقط الزيت
جميعه ويتوصل الى تلك النتائج بواسطة انبوبة متصلة من الماء ويمكن أيضاً بواسطة هذا المائع اخذ
انبوبة يكون قطرها كبيراً جداً بشرط انه يوضع على فخما قبل قلبها قرص من الورق يمنع الهواء من تقسيم

العمود

وتباً على هذه التجارب يسهل تقدير الضغط الجوي على جسم الانسان فاذا اعتبرنا انساناً متوسط الطامة
مثلاً فسطحه يمكن ان يبلغ ١٤٠٠٠ سنتيمتر مربع وخيّنذ يبلغ الضغط الواقع عليه ١٤٠٠٠
في ١٠٣٣ جراماً أو ١٤٤٠٠ كيلوجراماً تقريباً (والكيلوجرام الواحد يبلغ افة مصرية) تقريباً
وهذا الضغط عظيم جداً وسبب عدم الاحساس بتأثيره موازنته لقوة مرونة هو الجسم

البشري

في قياس الارتفاعات

بواسطة البارومتر

نجد من المعلوم ان كثافة الزيت قدركافة الماء ١٤٠٥٩ مرة وان كثافة الماء قدركافة الهواء
٧٧٠ مرة فتكون كثافة الزيت قدركافة الهواء ١٤٠٥٩ x ٧٧٠ اي ١٠٤٦٤ مرة فخيّنذ
اذا كان ضغط عمود الهواء قد ضغط عمود الزيت لزم ان يكون ارتفاعه قدرا ارتفاع عمود الزيت
١٠٤٦٤ مرة فاذا صعدنا فوق محل مرتفع فيه العمود الباروميتر فنخفض بقدر ملليمتر واحد
طبقة الهواء الكائنة بين المحلين يصير ارتفاعها ١٠٤٦٤ مم اي ١٠٤٦٤ ر. واذ صعدنا فوق
محل فيه العمود الباروميتر بقدر ١٥ مم أو ١٥ ر. فارتفاع الهواء او المحل للعتبر يكون
١٠٤٦٤ ر. x ١٥ أو ١٠٤٦٤ ر. x ١٥ فخيّنذ لاجل ايجاد ارتفاع محل نقدر فاضل ارتفاع
الباروميتر فوق المحل المذكور وفي اسفله بالميليمترات ثم نضرب ١٠٤٦٤ ر. في العدد الناتج
على هذا الفاضل الحاصل من هذا الحساب غير صحيح لانه مفروض فيه ان الجو متحد الكثافة في سائر
طبقاته مع انه ليس كذلك في الارتفاعات الكبيرة جداً فاذا فرضنا ان الارتفاعات التي يراد
قياسها كبيرة جداً كان الخطأ عظيماً اذ لا يكون ارتفاع الجيومثلاً ١٠٤٦٤ ر. x ٧٦٠ أم

٧٩٥٤ متراً وهذا اقل من فرسخين وارتفاع الجواكبر من هذا بالضرورة

واذا طبقنا القواعد الحسابية على جميع الاحوال التي لها مدخل في الارتفاعات البارومترية
صار قانون ربط الباطن البعد الرأسى لمحلين بارتفاعي الباروميتر في هذين المحلين صعباً وبسهل

هذا القانون في صورة ما اذا فرض ان العرض ^(٥٤) هـ وأن فرق ارتفاعها يمكن تركه بالنسبة الى
نصف القطر الارضى فيصير القانون المذكور هكذا

$$b = 18393 (1 + \frac{(c + c')}{1111}) \text{ لو غاى}$$

يجعل ب رمز البعد الكائن بين المحلين الجارى فيها الرصد و ر و ارتفاعى البارومتر
فى الوضع الأسفل وفى الوضع الاعلى و ح و ح' لدرجتى حرارة الهواء فى الوصفين واعتبار
درجتى الحرارة المذكورتين بالمقياس المائى وقد تكون علامتهما موجبة او سالبة بحسب كونهما
فوق الصفر أو تحتة ولا بد من تحويل كل من ارتفاعى ح و ح' بواسطة الحساب الى ارتفاعه
فى درجة حرارة واحدة وان يكون رصد هما فى ساعة واحدة يكافئ برتبطان بالتغيرات
الساعية او العارضية فينجز تحتج العملية الى راصدين و بارومترين وقد يتوصل الراصد
الواحد الى نتائج صحيحة اذا اهتم بتسوية التجارب واخذ متوسطاتها ومتى علم المتوسطات
البارومترى والترمومترى للمحلين علم بواسطة القانون البعد الرأسى لهذين المحلين
ولا بمل معرفة ارتفاع الجو فوق تسوية البحر من القانون البارومترى يكفي أن يبحث عن ارتفاع طبقة
الهواء التى يقع عليها ضغط يكاد ان يكون غير محسوس كأن يكون الضغط مليمتر واحد فاذا فرض
حينئذ ان $r = 760$ و $r' = 1$ و $c + c' = 0$ كان $b = 2980$ هـ وهو
ارتفاع الجو وهذا الارتفاع يعادل تقريباً ١٠ فرسخاً من الفراخ البرية وهو يزيد
زيادة قليلة لان كمية $c + c'$ التى فرضناها تساوى صفر لا بد وان تكون سالبة بسبب
برودة الطبقات المرتفعة من الجو

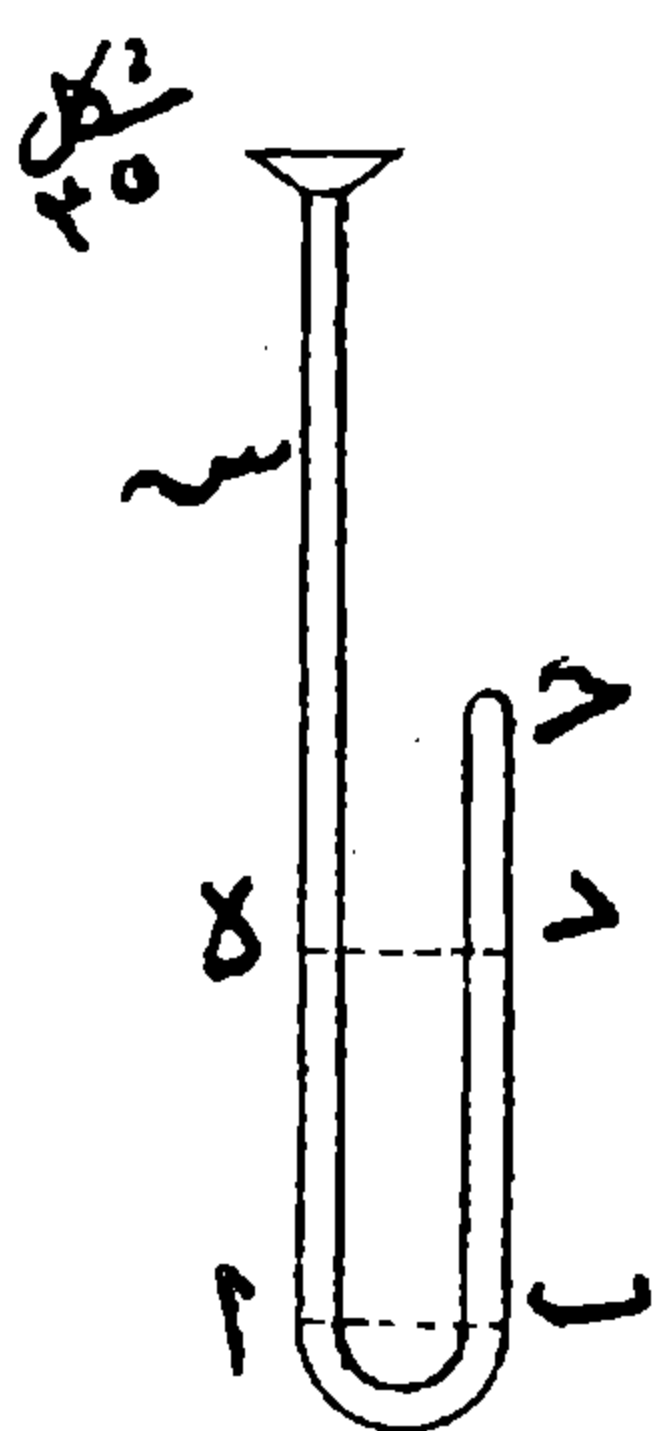
الدرس الثامن

فى الضغوط الناشئة عن مرونة الغازات

فى قاعدة المعلم مريوت

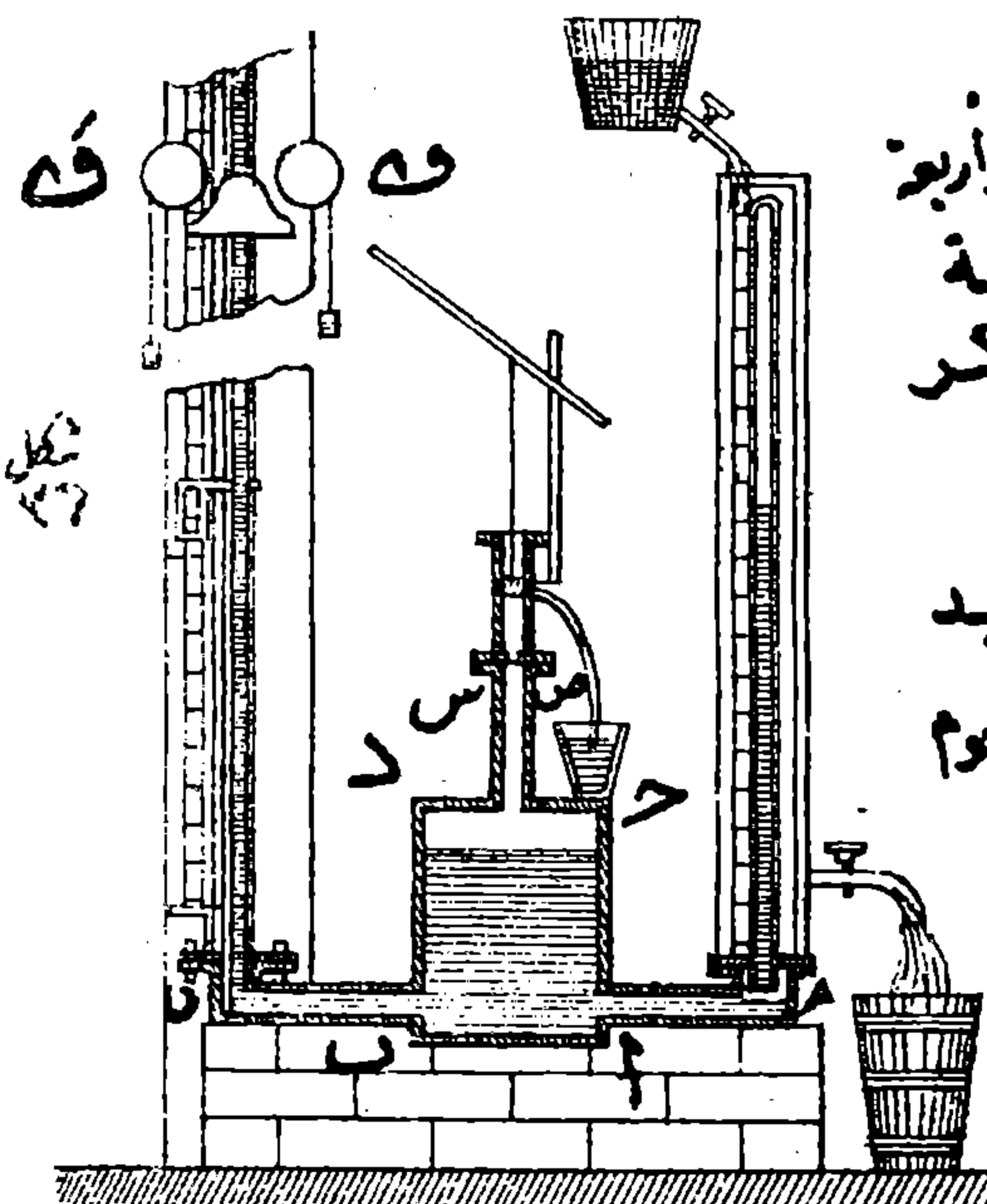
يند ضغط مجسم من الهواء الناشئ من مرونته يتعلق بالميز الذى يشغله فيزداد بنقص الميز وينقص
بازد ياداه وقد استكشف المعلم مريوت فى بلاد فرنسا والمعلم بويله فى انكلترا الارتباط الموجود
بين

بين الضغوط والاحياز تقريباً في وقت واحد فعرف كل منهما أن الاحياز المشغولة بمجسم واحد من الهواء تكون متناسبة مع الضغوط الواقعة عليها تناسبها عكساً



وابتات هذه القاعدة يكون باستعمال انبوبة سـ ح كافي (شكل ٣) منحنية على صورة المصرو شعبة القصيرة مسدودة والطويلة مفتوحة اما الشعبة الاولى فهي منقسمة الى اجزأ متساوية السعة واما الشعبة الثانية فهي منقسمة الى اجزأ متساوية الارتفاعاً وصغر التقاسيم بمحاذي الخط الافقي ١ ب فيصت الزيت في الجهاز الى ان يرتفع في الأنبوبين عن الصفر ويسهل تحصيل هذا الارتفاع

بإخراج قليل من هواء الشعبة المقفولة فينج لنا بهذه المثابة مجسم منزل حيزه بـ ح معلوم بواسطة تقاسيم الانبوبة وضغطه يساوي ضغط الجو فاذا صب الزيت في الشعبة المفتوحة الى ان يصير قاضل التسويتين هـ سـ مساوياً لارتفاع البارومتر فلا يتغل الهواء الا الحيز حـ د المساوي لنصف الحيز الأصلي وحيث فالحيز المذكور يقع عليه ضغط كل منهما يساوي الجو احدها ناشئ عن عمود الزيت هـ سـ والثاني عن نفس الجو الذي يضغط على هذا المائع في نقطة سـ وعليه فيقول حيز الهواء الى النصف اذا وقع عليه ضغط ضعف الضغط الواقع عليه في عبدأ الأمر ويؤول الى الثلث اذا وقع عليه ضغط ثلاثة امثال ذلك الضغط اعني اذا كان ارتفاع الزيت فوق التسوية في الشعبة المسدودة مساوياً لارتفاع البارومتر مكرراً مرتين



ولم يتجاوز كل من المعلم مريوت والمعلم بوبله في تجاربه ثلاثة لجوبة او أربعة بخلاف المعلم دولنج والمعلم ارغو فانها لحقاً سنة ١٨٤٩ م سيجية القاعدة بتجربة وصلوا فيها الى ٧ جوار والوجب علينا ان نذكر هنا صورة الجهاز الذي استعملناه فنقول

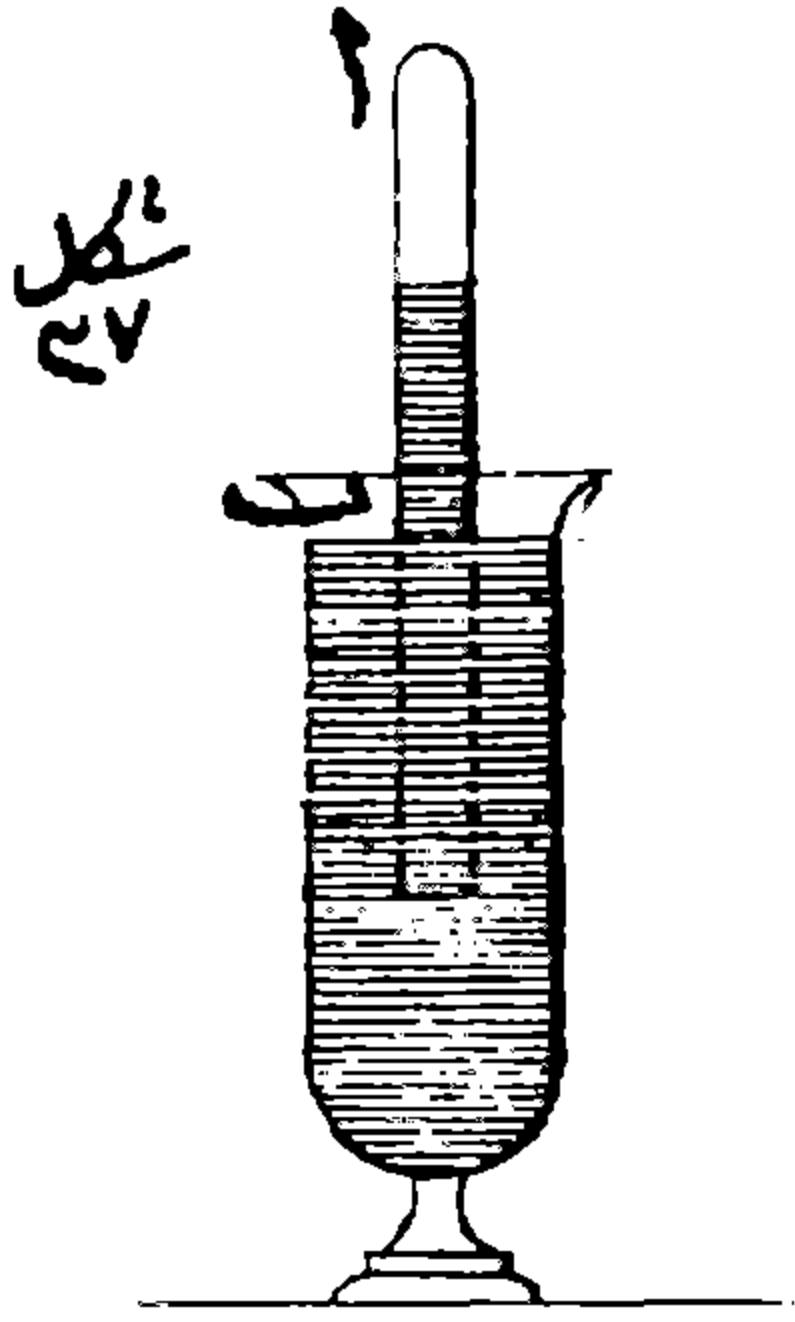
انه كافي (شكل ٣٦) عبارة عن آنية ١ ب حـ د من الحديد الزهر مصعوبة بثلاث انابيب صغيرة احداها ا م ملحوم بها انبوبة من زجاج مسدودة الطرف الاعلى ومعدة لان يوضع فيها الغاز اللازم للتجربة وتسمى بالمانومتر أي مقياس تخطئ الغازات والثانية بـ د موصلة بانبوبة راسية مفتوحة الطرف الاعلى ومعدة لان تحتوى

على الزيت الذي يحصل منه الضغط والثالثة س ص يدخل فيها بالاختيار طلبنة ذات مابيع اوغز
وطول انبوبة تخلخل الغازات في التجربة ٧٠ ر م وقطرها ٥ م م وهي مدرجة تدريجاً
مضبوطة وفي الجهاز المذكور مسطرتان رأسيان من النحاس الأصفر تشتمل احدهما على تقاسيم الانبوبة
وترتفع بطول جذرائها وهاتان المسطرتان مجتمعتان في الطرف الأعلى بعارضة من مادتهما
ومنفعتهما تثبت الانبوبة والدلالة على حجم الغاز ويحيط بمقياس تخلخل الغازات وبالمسطرتين
نمد من الزجاج يمر به تيار من الماء ذو درجة واحدة من الحرارة

وعلى الانبوبة الرأسية ٤٦ متر وهي مركبة من ١٤ انبوبة من البلور طول كل واحدة منها
متران وسمكها وقطرها عين سمك مقياس تخلخل الغازات وقطره وتلك الانابيب مجتمعة باطراف
متينة جداً فوضعا الانابيب المذكورة مع التمكين على شجرة الراتنج الكائنة بالبرج الذي اجريت
فيه التجربة من بعد الى آخر مع التمكين ووضعوا ايضا على هذه الشجرة في كل حلقة بكرتين
و ٥ و ٦ يمر عليهما جيلان مربوط احد طرفي كل منهما في الحلقة المحاذية لها وفي الطرف الآخر
من كل منهما صمغ صفيح من الصفيح الأبيض يوضع فيها جوب رزينة من الرصاص كافية
لموازنة ثقل الحلقة والانبوبة تقريباً والفرض من هذا الوضع تخفيف الثقل الواقع من الانابيب
على الانابيب السفلى

فاذا كان الهواء يابساً جداً في مقياس تخلخل الغازات وجعلنا زيتاً في آنية حديد الزهر
فخيز الهواء بعلم بواسطة تقاسيم الانبوبة وتقاسم مرونته بواسطة ارتفاع البارومتر وقت
التجربة مضافاً اليه فاضل تسويتى الزيت في الانبوبة الرأسية وفي انبوبة مقياس تخلخل
الغازات فاذا اكسنا الهواء أو الماء الكائنين في آنية حديد الزهر ارتفع الزيت في مقياس
تخلخل الغازات وفي الانبوبة المفتوحة وحيث كان يمكن في كل لحظة قياس جيز الهواء
والضغط الواقع عليه فلا صعوبة في تحقيق صحة القانون

ثم ان قانون المعلم مربوط يدل على الضغوط التي تتجاوز ضغط الجو وقد اثبت المعلم
المذكور ذلك مع الايضاح التام كما يدل ايضاً على الضغوط التي تكون اقل منه وذلك انه
استعمل الانبوبة ٢٦ كافي (شكل ٣٧) المقسومة الى اجزأ متساوية السعة وادخل فيها
ثلث جيزها تقريباً من الزيت لطرء جزء من الهواء ثم غطسها في طست عميق ممتلئ من هذا المائع
وغطسها الى أن وقف الزيت في مكانها على التسوية الخارجية وهذا انما يتأتى اذا كان الهواء الدخلى



منقاداً ليضغط الجو فيجود رفع الأنبوبة ينتشر الهواء ويرتفع الزئبق
ويعلم حينئذ الهواء بواسطة تقاسيم الأنبوبة ويقاس الضغط بطرح
ارتفاع الزئبق المرتفع من الارتفاع البارومتري وبمقارنة
جمله احياز وجمله ضغوط ببعضها يحكم على صحة القانون

مسائل

يؤخذ من قانون المعلم مربوت طريقة لحل مسألتين الأولى اذا شغل مجسم من الهواء حيناً
كالخيز ع تحت ضغط كالضغط س فا يكون الخيز ع الذي يشغله هذا الجسم
تحت ضغط آخر كالضغط س فا الجواب ان يقال حيث ان الخيزين ع و ع متناسبان
عكساً مع الضغطين س و س يكون ع : س :: س : س ومن هنا ينتج ان
 $\frac{ع}{س} = \frac{س}{ع}$ فقد تحصل الخيز المطلوب بضرب الخيز الأصلي في الضغط الواقع عليه ثم
بقسمة الحاصل على الضغط الحادث

المألة الثانية اذا شغل مجسم من الهواء حيناً كالخيز ع تحت ضغط كالضغط س فا يكون
مقدار الضغط س الذي يلزم ايقاعه عليه لتصيره في الخيز ع فالجواب انه ينتج لنا
بمقتضى القانون المذكور ان س : س :: ع : ع ويؤخذ منه ان س = $\frac{ع}{س}$
فقد تحصل مقدار الضغط بضرب الضغط الأصلي للهواء في ع ثم قسمة الحاصل
على الخيز الجديد ويكثر وقوع هاتين المسألتين في تجارب كل من علم الطبيعة والكيمياء

في الارتباط الكائن بين كثافة الهواء وضغطه

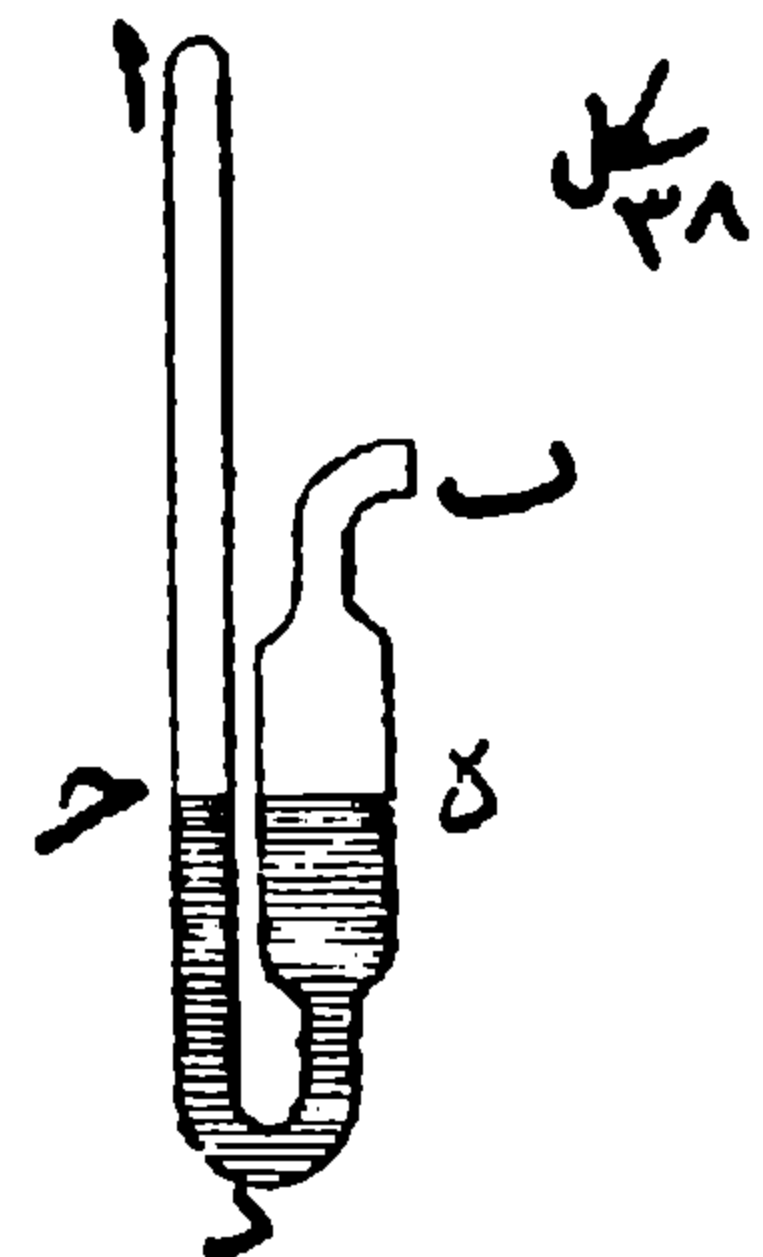
يؤخذ كثافة الهواء بمقتضى قانون المعلم مربوت متناسبة مع الضغط الواقع عليها فاذا وقع
على هذا الغاز ضغط ضعف الضغط المعتاد نقص حجمه مرتين وحيث انه يحتوي على مادة
ضعف المادة التي كان يحتوي عليها بالنسبة الى وحدة الخيز نصير كثافته ضعف ما كانت
عليه وثلاثة امثال ما كانت عليه اذا صار الضغط ثلاثة امثال ما كان عليه في مبدأ الأمر
وأربعة امثال ما كانت عليه اذا صار الضغط اربعة امثال ما كان عليه ومن هنا نتج طريقة

معرفة كثافة الهواء تحت أي ضغط كان متى عرفت كثافته تحت ضغط معين
ويؤخذ مما ذكر نتيجة أخرى هي أن ثقل الحيز الواحد من الهواء المتقاد بين الضغطين يكونان متناسبين
مع الضغطين فينبذا إذا أريد معرفة ثقل الزواحد من هواء يابس تحت ضغط $\frac{76}{77}$ بعد معرفة
أن اللتر الواحد يزن $\frac{1}{128}$ تحت ضغط $\frac{76}{77}$ فعل التناسبه $76:77 :: \frac{1}{128}:س$
ومنها يعرف أن $س = \frac{76 \times \frac{1}{128}}{77}$

في قياس ضغط الغازات المحصورة في ظرف واحد

ينبغي الغالب استعمال قانون الميريهوت في قياس ضغط الغازات وقد سميت الآلات المستعملة
لهذا الغرض باسم مانومترات أي مقاييس تخلفل الغازات والمانومتر المستعمل غالباً في الضغط

الشديدة مركب كافي (شكل ٣٨) من انبوبة ١ ب مزدوجة الانحناء
سدودة في نقطة ١ ومفتوحة في نقطة ب وفيها هواء
فالجزء ١ ح وزيق في الجزء ح د ه فيرتفع هذا المائع الى انبوبة
واحدة في طرفي الانبوبة اذا كان هواء المانومتر متقاداً الى ضغط الجو
ثم يوصل الغاز الذي اريد معرفة مرونته بالطرف المفتوح ليدخل
في المانومتر ويرصد فاضل تسوية الزييق في الشعبتين فيحصل لنا



الضغط بضم هذا الفاضل الى ضغط هواء المانومتر المحسوب بموجب حيزه

والغالب ان تقاس ضغط الغازات أيضاً بواسطة صمامة الامن وهي كافي (شكل ٣٩) عبارة

عن سداة مخروطية تسد ثقباً على مقدارها مصنوعة في مستودع
الغاز فينبغ الصمام المذكور بمجرد ان تزيد مرونة هذا الغاز عن

شكل ٣٩

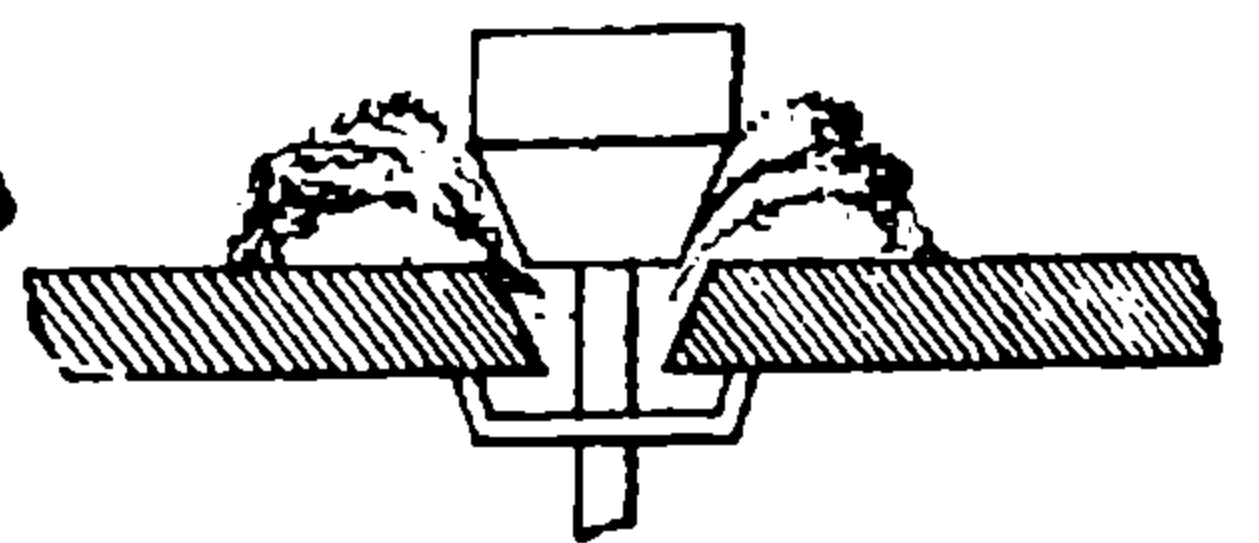
قوة الضغط الواقعة عليها من الخارج الى الداخل فاذا فرضنا أن مقدار

هذه القوة ١٤٠ كيلو جراماً وان مقدار السطح المضغوط

٢ سنتيمترين بمربعاً فكل سنتيمتر مربع يقع عليه ضغط قدره ٣١

كيلو جراماً أو ٣٠ جواتقريباً وهذا هو مقدار مرونة الغاز

التي

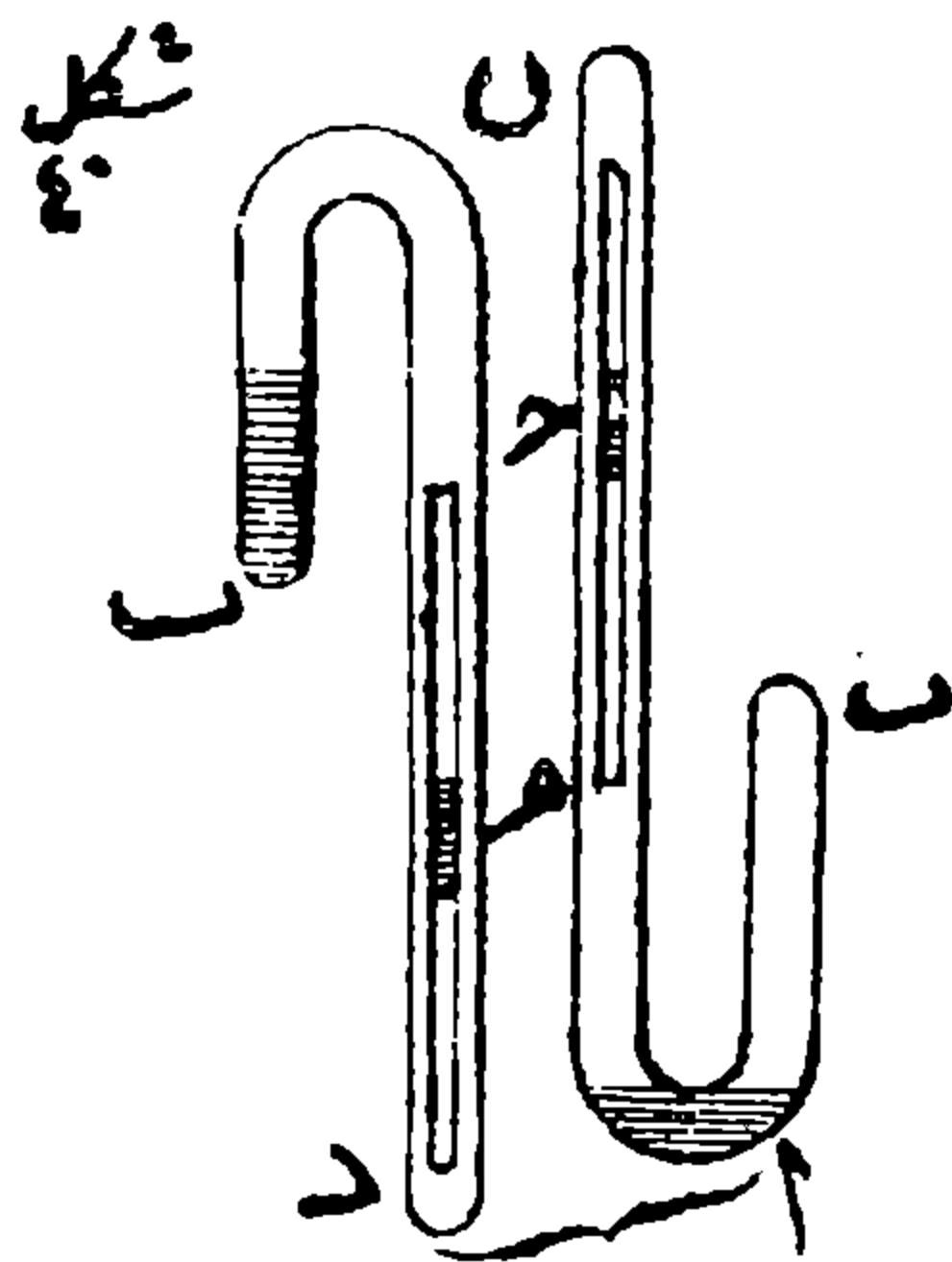


(٥٩)
 التي تؤول اليه في الوقت الذي يفتح فيه الصمام ثم تقاس الضغوط الواقعة من الموائع على جدران
 الاواني بواسطة صمام الأمن ايضا يستعمل الصمام المذكور في تجربة انابيب التوصيل واسطوانات
 آلات البخار

في انيماع الغازات

تند الغازات الثلاثة البسيطة التي هي الاوكسجين والايديروجين والازوت تجري على قانون
 المعلم مريوت في تغيرات حيزها بمعنى ان حجم أي غاز منها يناسب عكس الضغط الواقع عليه
 قل أو كثر واما غاز الكلور واكثر الغازات المركبة فانما تجري على هذه القاعدة ايضا في حالة
 التمدد والانتشار أي في حالة نقص الضغط الواقع عليها واما في حالة زيادة الضغط فانما
 تجري على القاعدة المذكورة مادام الضغط الواقع عليها اقل مما يكفي لتغيير حالتها وكلا اثرت
 من الاستحالة الى الميوعة كلما بعدت عن جريها على هذه القاعدة

ثم ان التجارب الأولى المتعلقة بانيماع الغازات منسوبة للمعلم فردي وجهان الذي كانت
 يستعمله لذلك عبارة عن انبوبة متينة من الزجاج منخبة على صورة المص و طرفي شعبتها
 الطويلة مسدود و طرف القصيرة مفتوح فادخل في الطرف



١ كما في (شكل ٤) الجوهر المعدة لحدوث الغاز ممتلئة بمخلوطها
 ببعضها اذا كان تفاعلها انما يحصل بواسطة الحرارة وبفصلها
 عن بعضها بصفايح من البلاتين اذا كان تفاعلها انما يحصل
 بواسطة البرودة ثم سد الطرف ب و وصل الجوهر اليه
 بقلبا لانبوبة مرة بعد اخرى قلبا مناسبا حين تكون الغاز

ضغطت اجزاء على بعضها بقوة متزايدة لانه لا يمكنه ان يخرج مما هو فيه وال امره الى ان
 افق فخذ الضغط الذي يحصل به الانيماع بواسطة المانومتر الصغير من وهو
 انبوبة شعيرية مستقيمة أحد طرفيها مفتوح وفيها كرة صغيرة من الزئبق موجودة في الجزء
 وهذه الكرة معدة لبيان تغيرات حيز الهواء د ح والضغط الواقعة عليه
 وقد شوهد ان الانيماع تزيد سرعته بنفس الطرف الأسفل من هذه الشعيرة في مخلوط مبرد

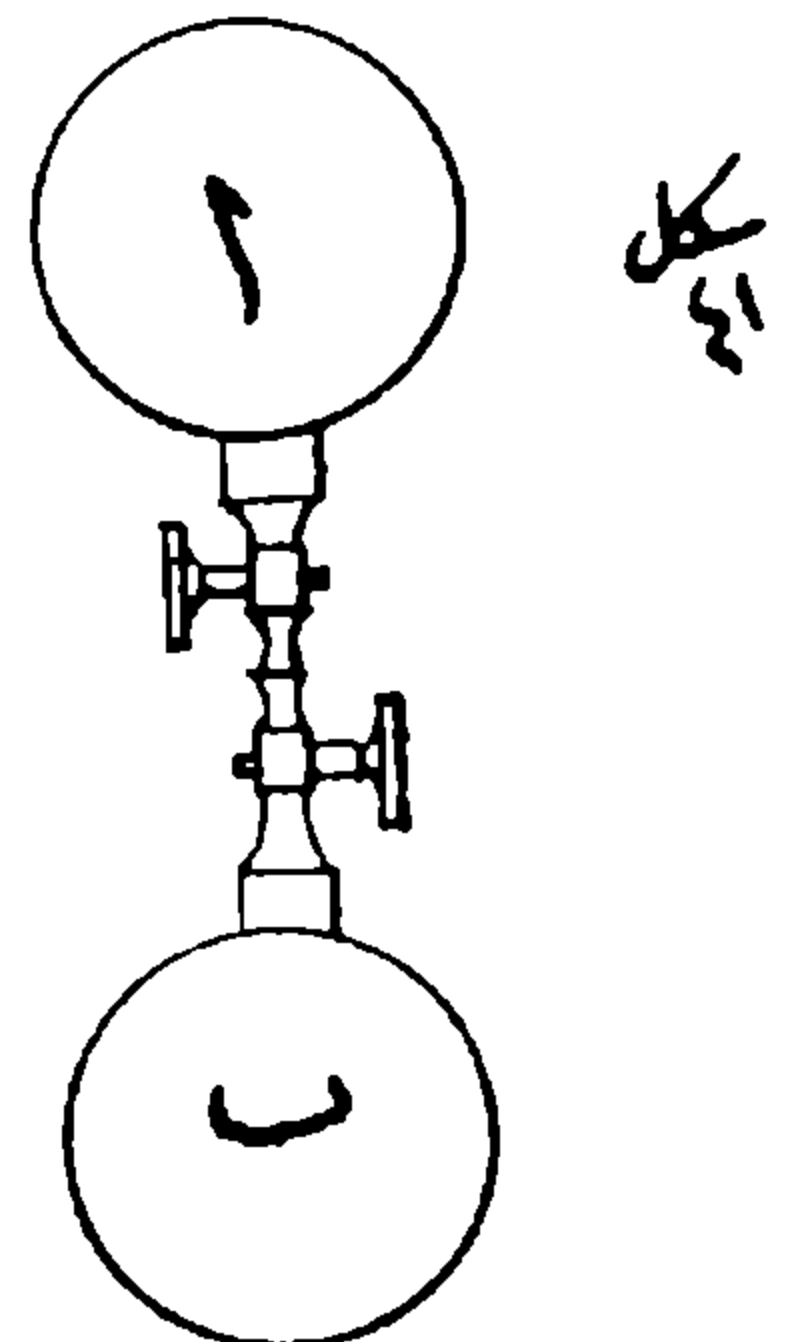
(٦٠)
جدول انمناغ الغازات

اسماء الغازات	المنفوط الجوى	درجة الحرارة	المنفوط الجوى	درجة الحرارة
كلور	٤	١٥		
حمض كلوردريك	٢٠	١٦ -	٤٠	٨
حمض سولفورديك	١٤	١٦ -	١٧	٨
حمض سولفوروز	٢	٧		
حمض كربونيك	٢٠	١١ -	٣٦	٠
برونكسيد الأزوت	٤٤	٠	٥١	٧
نوشادر	٥	٠	٦	١٠
سيانوجين	٣	٧		

ويجب تقوية جدراننا لجهاز خوفاً مما يقع عليها من الضغط الشديد الناشئ عن الغازات ومع ذلك فلا بد من الاهتمامات الزائدة في منع الفزعة التي يمكن وقوعها ولا يقال ان المانع يستحيل بسرعة الى حالة غازية بمجرد منع الضغط عنه بفتح احدى شعبتى المص مثلاً

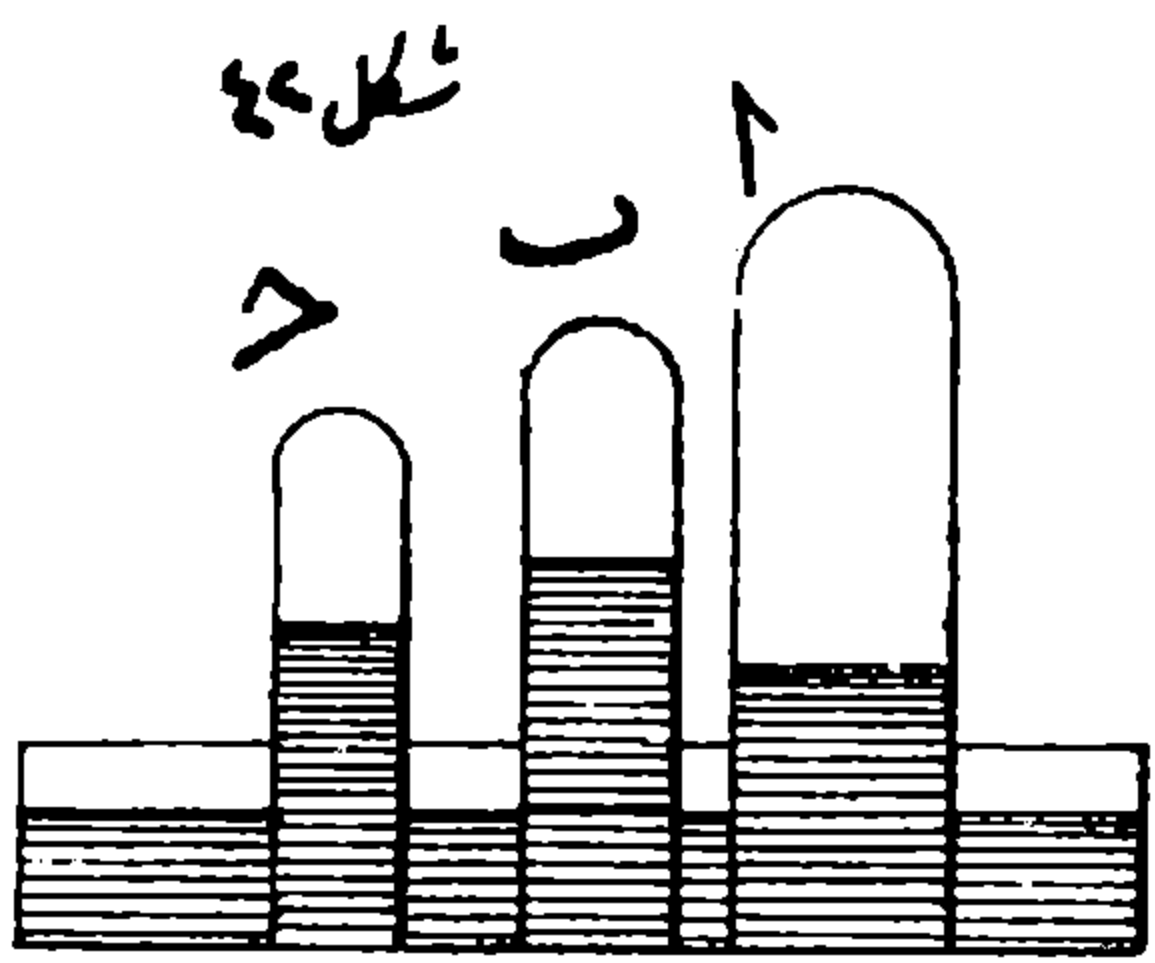
في مخلوط الغازات

بند اذا وضع غازان مختلفا الكثافة أو أكثر كذلك في ظرف واحد فلا تصطف فوق بعضها بترتيب الكثافات كالموائع بل تختلط ببعضها بعد مضغدة من الزمن بحيث ان كل جزء من الحجم الكلى يحتوى على مقادير واحدة من كل منها وهذه القاعدة تنسب للمعلم برتوليت فانه ملأ القبة ١ من الايدروجين تحت ضغط مقادير وملأ القبة ٢ كافي (شكل ٤) من حمض الكربونيك تحت الضغط المذكور ثم ركب القبة الأولى على الثانية بواسطة برعة ووضع الجهاز في مطوية ذات حرارة ثابتة وفتح حنفية التوصيل بعد ان صارت درجة حرارة القبتين عين درجة حرارة المقيظ



فوجد بعد انشغاله بالجهاز ثابتاً بثبات تام مدة من الزمن ان كل قبة كانت تحتوى على النصف من الايدروجين وعلى النصف من حمض الكربونيك وهذه التجربة صالحة لجميع الغازات مهما كانت كثافتها النسبية ولم يوجد فرق الا في السرعة التي يتم بها جاذبة المخلوط وكلما كانت كثافات الغازات مختلفة كانت سرعة الاغنياء زائدة بحيث ان مخلوط الغازات يتعلو بسرعة سام الاجزاء اذا تقرر هذا فالمناسب ان نذكر هنا بعض قواعد تتعلق بقوى انتشار مخلوط الغازات التي لم نؤشر في بعضها تاثيراً كبيراً كما وبنا نقول —

اولاً اذا وضعنا عدة غازات في ظرف واحد فان انتشار المخلوط يساوي حاصل جمع قوى انتشار الاصول كل على حدة اذا ملأ الظرف بمقتضى قاعدة المعلم مريوت ولاجل تحقيق هذه القاعدة استعملوا عدة مخابير مدرجة كالمخابير ١ و ٢ و ٣ كما في الشكل (١) فادخلوا في المخبار ١ مجسم من الغاز



جميعه ح تحت الضغط س وفي المخبار ٢ مجسم من غاز اخر جميعه ح تحت الضغط س ثم أمرنا هذين الغازين تحت المخبار ١ الممتلئ من الزئبق من اول الامر فاذا جعلنا ح رمزاً لجم المخلوط س رمزاً للضغط وحسبنا بمقتضى قاعدة المعلم مريوت ضغط الغازين اللذين

آلا الى الجمر ح وجدنا ان حاصل جمع $\frac{ح}{ح} + \frac{ح}{ح}$ يساوي الضغط س الذي يقين بمجر التجربة وثانياً اذا وضعنا عدة غازات متقاربة لضغط معتاد في انية ذات جدران مرنة فجم المخلوط الذي

يرجع الى الضغط المذكور يساوي حاصل جمع مجزوء الاصول وهذه القاعدة ناتجة من القاعدة الآتية فاذا جعلنا ح ح و ح رموزاً لجم المخلوط والاصول وجعلنا س رمزاً للضغط المشترك وجدنا ان $س = \frac{ح}{ح} + \frac{ح}{ح}$ ومن هنا ينبغي ان

$$ح = ح + ح$$

وثالثاً ان مخلوط عدة غازات تابع لقاعدة المعلم مريوت كما ان كل من اصوله تابع لها وعليه فالهواء الذي هو عبارة عن مخلوط مركب من الاوكسجين والازوت تابع للقاعدة المذكورة كما ان كل من الغازين اللذين يتركب منهما تابع ايضاً لها

الدرس التاسع

في آلات الموش على خواص الهواء

في آلات المفرغ

يُند تستعمل الآلة المفرغة لإخراج الهواء من حيز معلوم وهي مركبة بالنظر إلى أجزائها الأولية أولاً من

اسطوانة أ ب كما في (شكل ٤٣) متخذة من النحاس الأصفر

أو من الزجاج ونسعى هذه الاسطوانة بحسم الطلينة وفيها

مكبس يتحرك مع الاحتكاك وثانياً من الأنبوبة ح د ه

المسماة بأنبوبة التنفيس أو قناة التوصل التي أولها قاع

جسم الطلينة وآخرها وسط قرص من الزجاج ر س بسم

سطح الآلة المفرغة وتوضع النواقيس التي براد تفرغها

فوق هذا القرص فإذا أريد تفريغ قبة ذات حنفية من الهواء لزم برم تلك الحنفية على الخطوات البرتسية

المصنوعة في منفذ الأنبوبة ح د ه وفي الآلة المذكورة صمامان ص ه وه ه التحرك ينفذ

من أسفل إلى أعلى أحدهما مصنوع في المكبس والثاني في مفصل جسم الطلينة بأنبوبة التنفيس وهما مغلقان

بسبب ثقلهما لكنهما ينفتحان إذا كانا لضغط على سطحهما الأسفلين أكثر من الضغط على الأعلىين

وكيفية حركة الجهاز أن ينزل المكبس فتزيد مرونة الهواء الداخلي بسبب نقص حجمه فيضغط حينئذ

على الصمام ص ه بقوة زائدة عن الهواء الأعلى فيفتح ثم يمر فوق المكبس فينزل حينئذ المكبس المذكور

بلا مقاومة إلى قاع جسم الطلينة وإذا رُفع هذا المكبس فصامه يغلق بواسطة ضغط الهواء

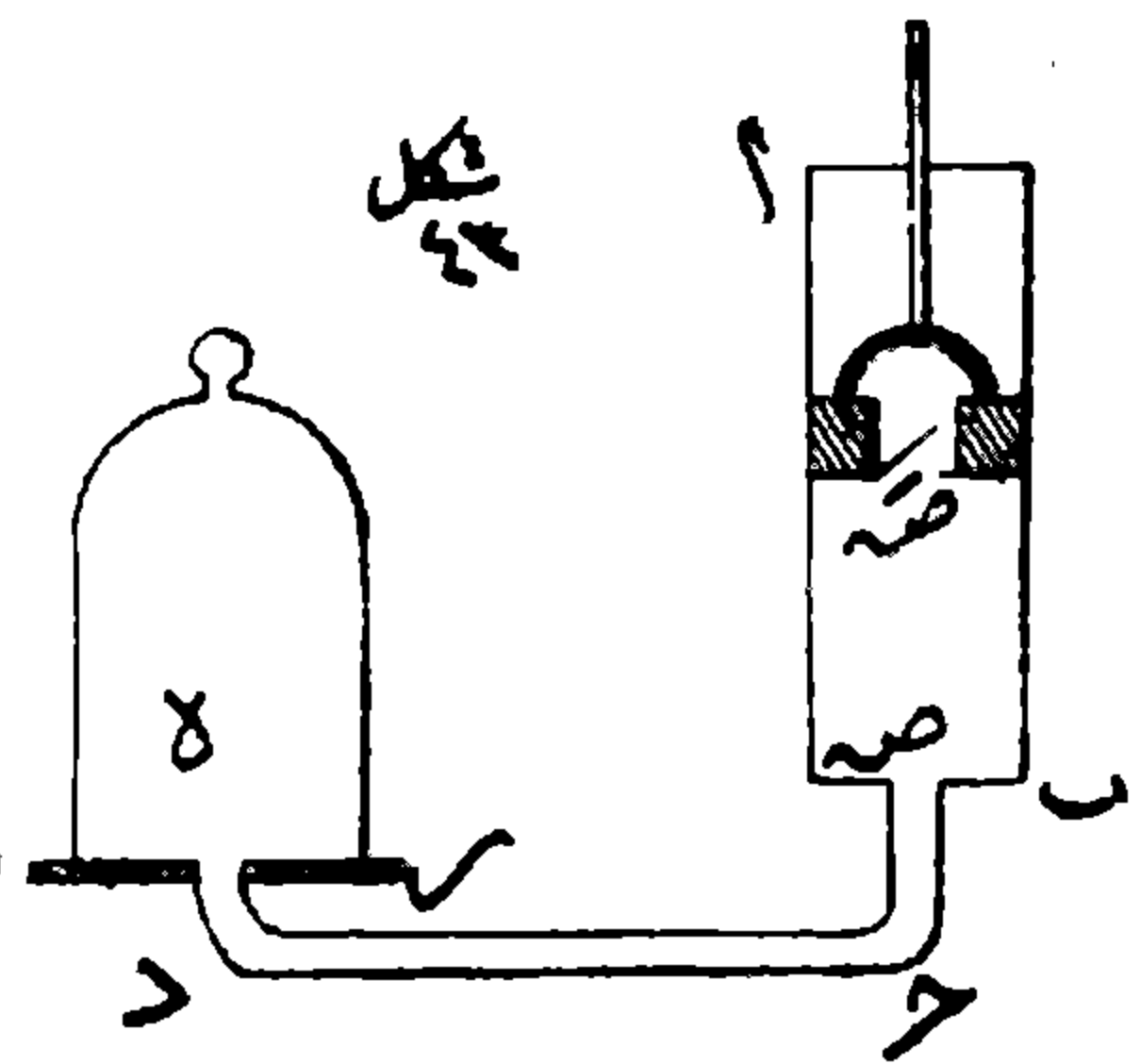
الخارجي بحيث أن المكبس يعمل فراغاً تحتها فإذا انفتح الصمام ص ه بواسطة مرونة هواء النافوس ويخل

هذا الهواء في جسم الطلينة التي يتوازن بالهواء الذي يبقى في المستودع ولا بد أن ينفلق الصمام ص ه

وقتيئذ وإذا انخفض المكبس ثانياً انضغط هواء جسم الطلينة شيئاً وذا ت مرونته ووصل إلى

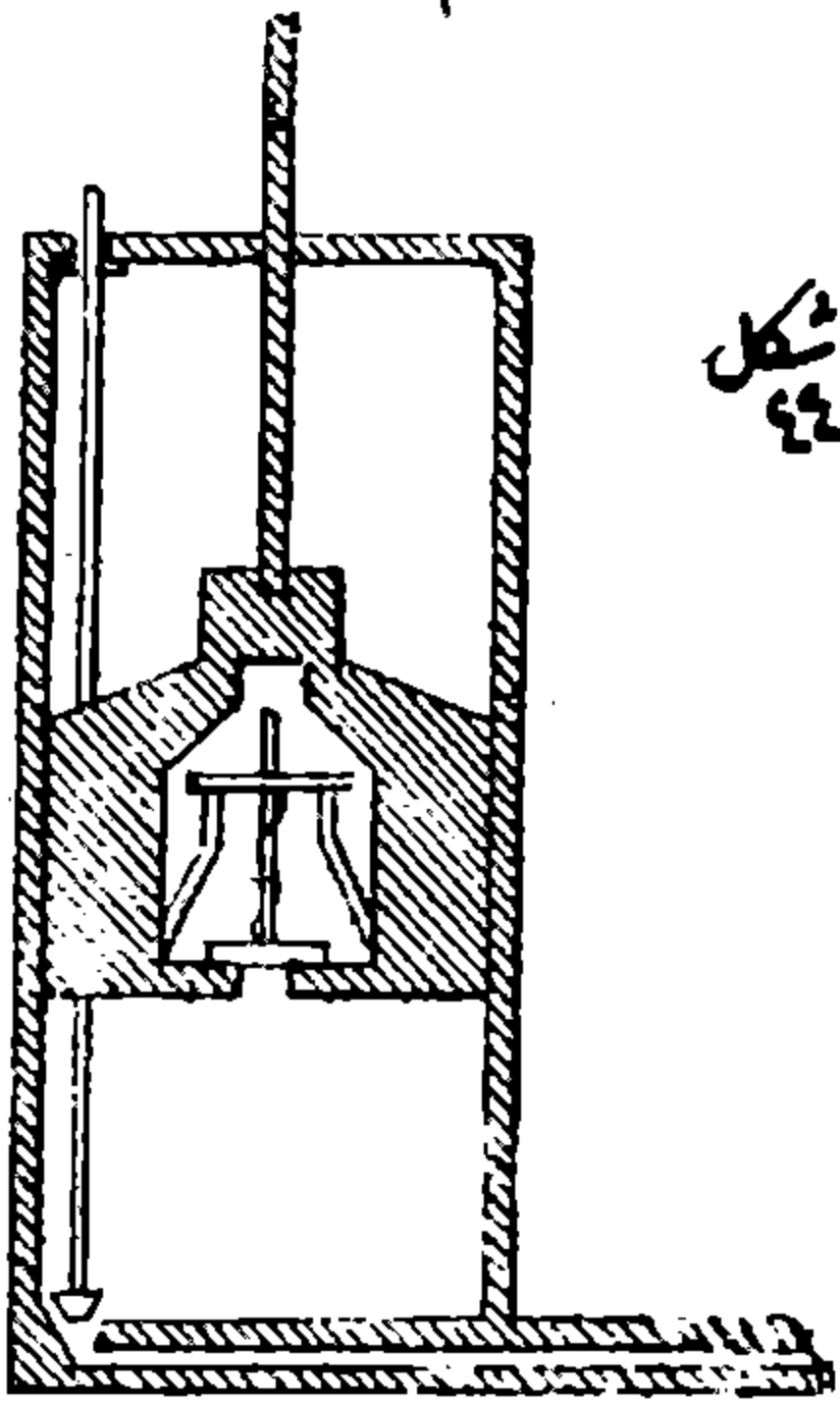
قوة الهواء الخارجي ثم تجاوزها وفتح الصمام ص ه وهكذا يحصل فينا هداً أنه بخفض المكبس يخرج

هواء جسم الطلينة ويرفعه يمتلئ جسم الطلينة من هواء النافوس فهذه المثابة ينتشر الهواء المذكور



شيئا فشيئا

وكيات الهواء المستخرجة في كل مرة تنافس من نزول المكبس بسبب تمدد هذا الغاز وانتشاره ولمعرفة قاعدة
التنافس ففرض ان حيز جسم الطلبة خمس حيز الناقوس (ومن جعلته انبوبة التوصيل) والاحسن ان يرمز
الى الحيز الأول بواحد والى الثاني بخمسة فاذا رفعنا المكبس في أول مرة انتشر هواء الحيز ٥ وشغل
حيزا ٦ واذا انزلناه خرج هواء جسم الطلبة أى سدس الهواء الكلى واذا انزلناه مرة ثانية خرج
سدس الباقي واذا انزلناه ثالثة خرج ايضا سدس باقى الباقي وهم جرا عليه فيكون من كيات الهواء
المستخرجة في كل مرة من نزول المكبس متوالية هندسية تنازلية ويؤخذ من هذا نتيجة هي انه لا بد
في التفريغ التام من عدد لا نهاية له من مرات نزول المكبس أى ان التفريغ بالكيفية غير ممكن
وليت الآلة التى ذكرناها تامة ولا سهلة وذلك ان صمام جسم الطلبة يستدعى قوة لفتحه
فيمر ان تؤول مرونة هواء الناقوس الى هذه القوة بواسطة تشغيل المكبس لا يرتفع الصمام ويمتنع
الهواء عن الخروج واما الآت هذا العصر فانها مجردة عن هذا العيب لان الصمام الأسفل فيها يكون



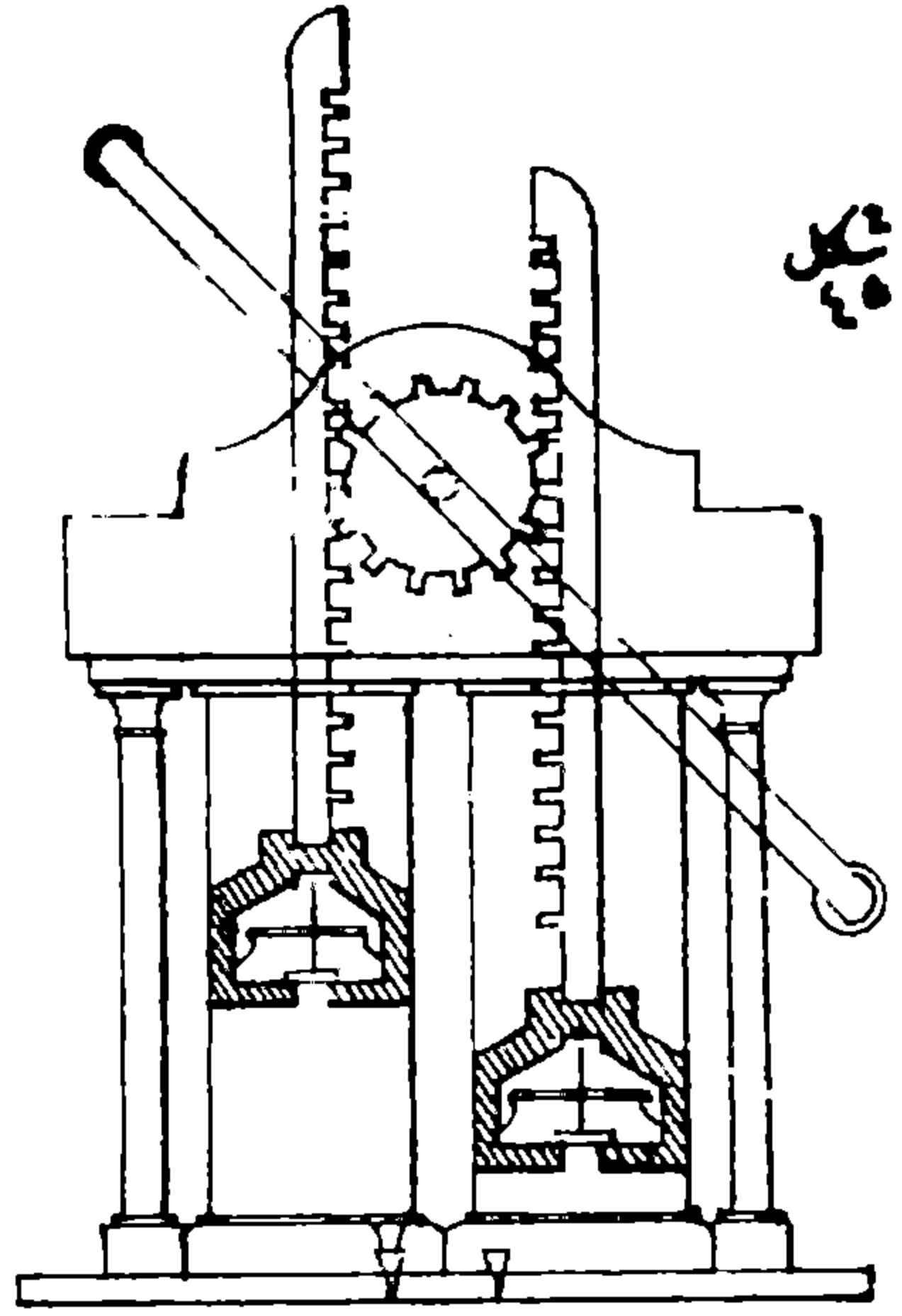
شكل ٤٤

كافى (شكل ٤٤) من مخروط مفتوح مجلد اذا وضع على تجويفه
شكلها كشكله غلقها غلقا محكما وهذا الصمام مثبت على ساق
بمرفى المكبس مع الاحتكاك وبالقرب من طرفه الأعلى
انتفاخ قليل فاذا صار المكبس اسفل مجراه انقلب الثقب
واذا ارتفع ارتفع الصمام أولا عن الثقب بقدر قليل واحد
او ملينين ثم وقف بسبب انتفاخ الساق وانزل المكبس
مع الاحتكاك الى أعلى جسم الطلبة فاذا نزل بعد ذلك
نزولا قلب لأجذب الساق معه وانقلب الثقب وصحار

المكبس مخروطى ايضا وحول ساقه ذنبك ملتف يضغط عليه من جهة التجويفه ويجعله على سدها
بمجرد أن لا يتوازن الضغط الداخلى بالضغط الجوى

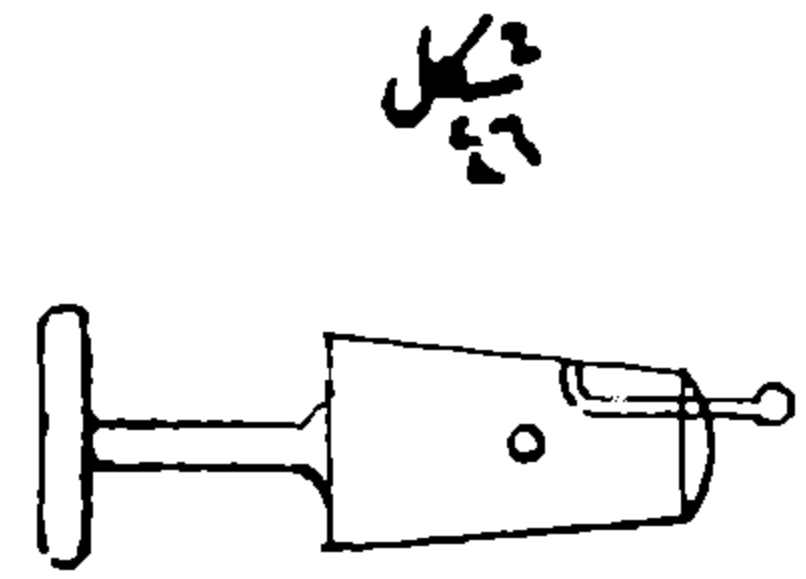
واذا كانت الآلة ذات طلبنة واحدة شق استعمالها فانا اذا رفعنا المكبس حصل ضغط باوى فاضل
الضغطين الواقعين على وجهيه من الهواء الجوى والهواء الداخلى وهذا الضغط ضعيف فى المرات
الأول من نزول المكبس لكثرة تمدد الهواء وانتشر فى الناقوس ثم ينتهى امره الى ان يصير مساويا تقريبا
للضغط الكلى للجوى ويسهل استعمال الآلة اذا جعل لها طلبنتان (كما فى شكل ٤٥) ينظر قان الى بعضهما

بواسطة انبوبة التنفيس الواحدة بشرط ان يوضع المكبس
بكيفية بها يتم كان على التعاقب اي اذا ارتفع احد ^{٤٦} ما ينزل
الآخر وأما الضغطان الواقعان من الجو على المكسين ^{٤٧} فولايت
الى ضغط واحد ينجم ثبات محور الدوران والضغط المؤثر
انما هو الفرق بين الضغطين السفليين وهو اقل مما في الآلة
الأصلية التي تقدم ذكرها وتقل مدة العملية باستعمال
الطنبتين وفي قناة التوصيل مفتاح كما في (شكل ٤٦) فاندقته
بقا الفراغ وارجاع الهواء وقت الحاجة وهذا المفتاح عبارة



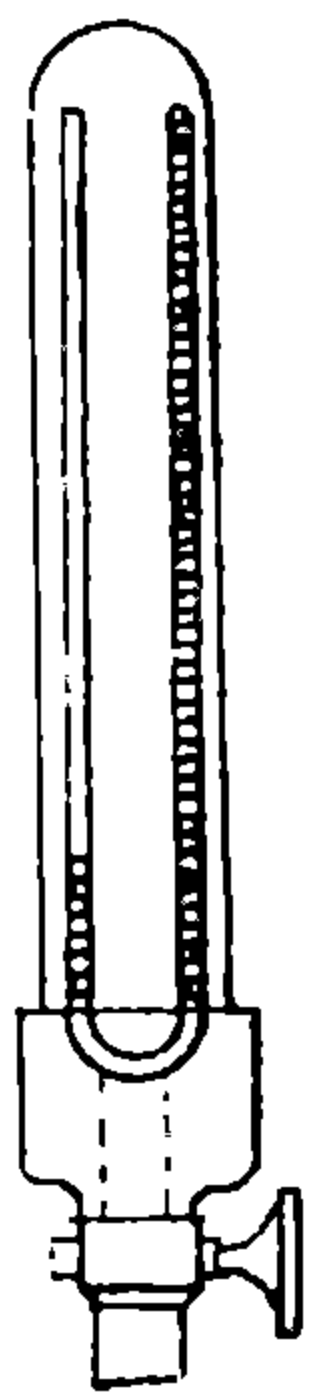
شكل ٤٦

عن حنفية فيها فتحة اعتيادية ولحزب جانبية فتدار الفتحة الجانبية
نحو المكسين أو نحو المستودع بحسب ما يراد من بقاء الفراغ أو تقاضيه
ولمعرفة درجة تخلخل الهواء يوضع على قناة التوصيل اسطوانة من
زجاج كما في (شكل ٤٧) فيها منجبار فيبند الزيت الذي فيه بالنزول
متوصلة مرونة الهواء الداخلي الى ربع الضغط المحتوي تقريرا واحسن



شكل ٤٧

الآت هذا الوقت واجودها لا يمكن ان يعمل الفراغ به الى اقل من ملليمتر واحد
وسبب عدم كمالها عدم إمكان توصيل المكبس الى قاع جسم الطنبية فاذا انقضى
جويها وجزأ من ٠. مثلا من المسافة الكلية التي لا بد ان يقطعها لا يمكن
ان تؤول مرونة الهواء المستودع الى اقل من جزء من ٠. من الضغط الجوي
ونجد ان يصل المكبس الى اسفل نقطة من نقط مجراه نصير مرونة الهواء
الذي يبقى في اسفل المكبس في أي وقت كان من اوقات التجربة مساوية لمرونة
الهواء الخارج وحيث أنه برفع المكبس الى غاية ارتفاعه يصير حجم الهواء



شكل ٤٧

المذكور قدر ما كان ٠. مرة تضعف مرونته ٠. مرة ايضا وحينئذ اذا وصلت فوق المستودع الى هذه
القوة لا يمكن ان يخرج اصلاً واذا اديم تحريك المكبس لا يفيد ذلك شيئا ومع هذا فقد امكن ان يتجاوز هذا
الحد بواسطة التحسين المنسوب للمعلم بابينيت

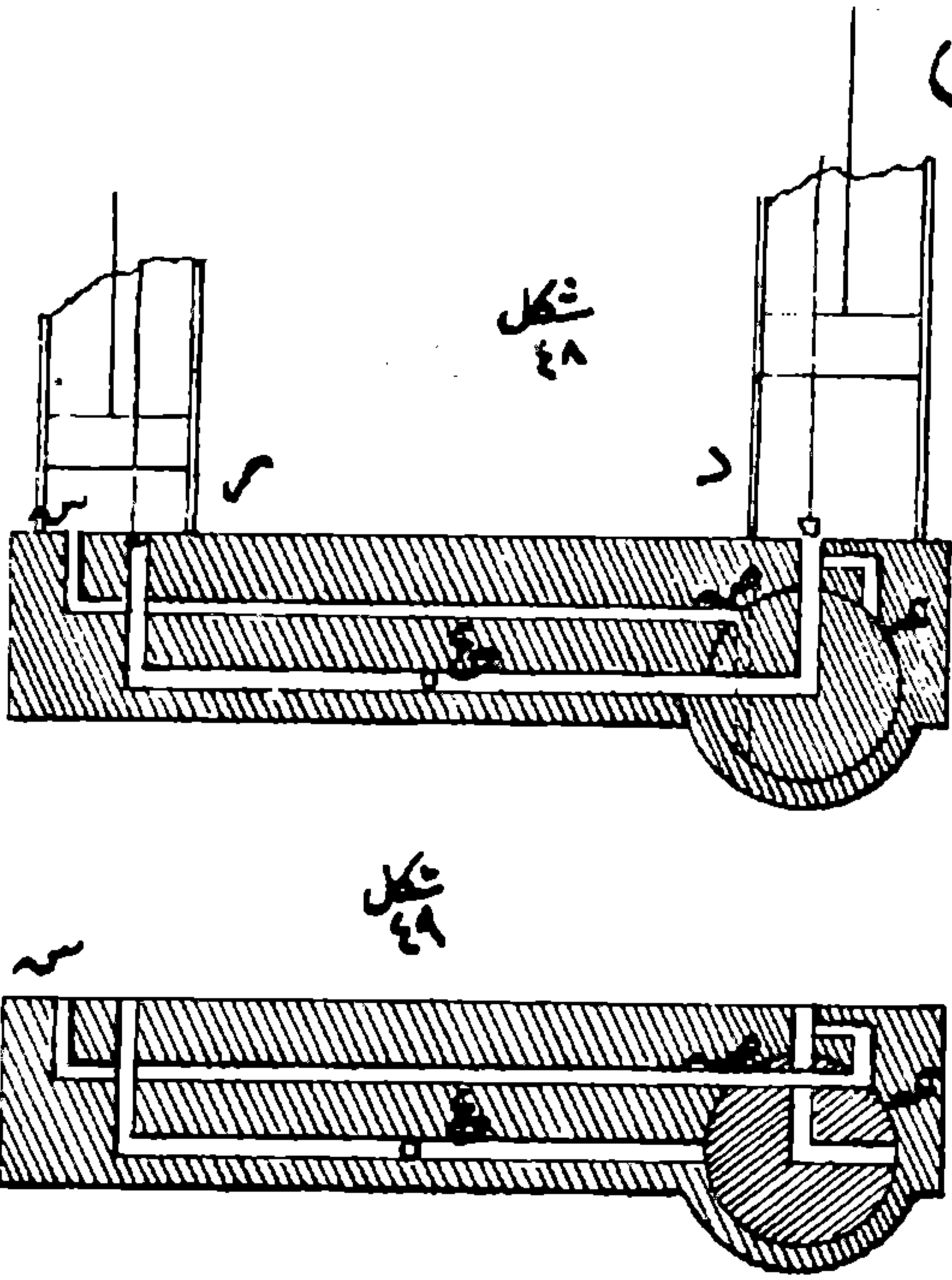
وذلك ان المعلم المذكور عمل حنفية ذات شكل مخصوص توضع تحت جسم الطنبية د الكائن في الجهة اليمنى
على نقطة من نقط قناة التوصيل وحرك الآلة بالطريقة المعتادة فتحات هذه الحنفية مفتوحة



كافي لكل

طاليم

(٦٥)



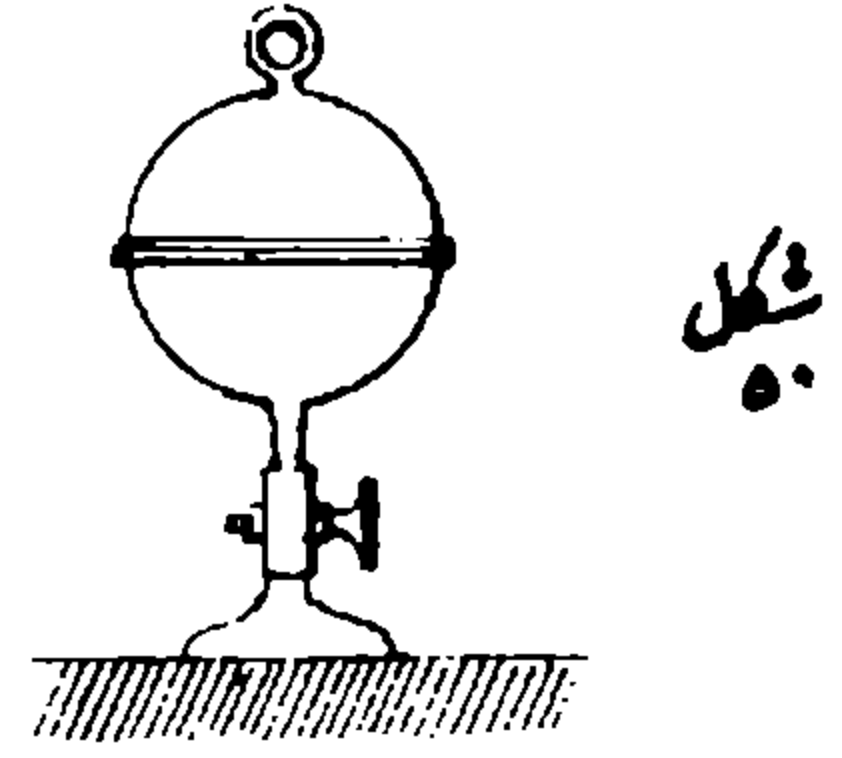
كافي (شكل ٤٨) ويدام العلوية المثابة الى
حد تفريغ الهواء من المستودع فعند الوصول
الى هذا الحد تدار الحنفية برسم دون
كافي (شكل ٤٩) وحينئذ نجسم طلبنة الجمة اليمنى
بدل ان يستقر قالي المستودع ع يستقر
الى قاع جسم طلبنه الجمة اليسرى بواسطة
الانبوبة الصغيرة س ص ع التي
اولها أسفل صمام جسم طلبنه الجمة اليمنى فاذا فرغ الجسم
الجمة اليسرى نزل فهو لجسم
الطلبنة المذكور ينتقل الى جسم
طلبنة الجمة اليمنى التي يرتفع

مكبها واما في الحركة العكسية للمكبين فهو لجسم طلبنة الجمة اليمنى تخرج فالجوة بخلاف هواء
المستودع فانه ينتقل الى جسم طلبنة الجمة اليسرى واذا نزل لمكبس الجمة اليسرى ثانياً فها
جسم طلبنة الجمة المذكورة ينتقل ايضاً الى جسم طلبنة الجمة اليمنى ثم ينتشر في الجوة في حركة
المكبس التالية للحركة المتقدمة بخلاف هواء المستودع فانه ينتقل الى جسم طلبنة الجمة اليسرى
ويشاهد بهذا الوضع ان جسم طلبنة الجمة اليمنى يخلل هو لجسم طلبنة الجمة اليسرى شيئاً
فشيئاً وان جسم طلبنة الجمة اليسرى يخلل ايضاً هواء المستودع شيئاً فشيئاً ومن هنا يسمى ما ابتدئه
المعلم بابيبيس من التحسين بالتفريغ المضاعف وجميع الآلات التي يوجد فيها هذا التحسين يمكن
التفريغ بها الى ان يصير الضغط اقل من مليمتر واحد وقد اخترع الآلة المفرغة رجل يقال له
او تود وغريك عامل ما دبورغ أي حاكم هذه البلدة في سنة ١٦٥٠ ميسجة وكان ذلك بعد استكشاف
البارومتر بعشر سنوات تقريباً وقد اجتهد كثير من علماء الطبيعة في تحسين تلك الآلة فان المعلم اوك
وضع فيها جسم الطلبنة وضعا رأسيا و اضاف اليها المعلم بابيبيس السطح وزاد عليها المعلم هو كبه
جسم الطلبنة

وهذه الآلة احدى الآلات النقية الطبيعية ثم انه يجب علينا أن نذكر هنا التجارب الاولى
التي استعملت فيها الآلة المذكورة فنقول

انه ينسب للعلم او تود وغريك جهاز صغير يسمى نصف كرة ماد بورع يثبت ان الهواء ينفط من جميع الجهات وهذا الجهاز مركب كافي (شكل ٥٠) من نصف كرة قطر كل منها ٥ سنتيمترات او ٦

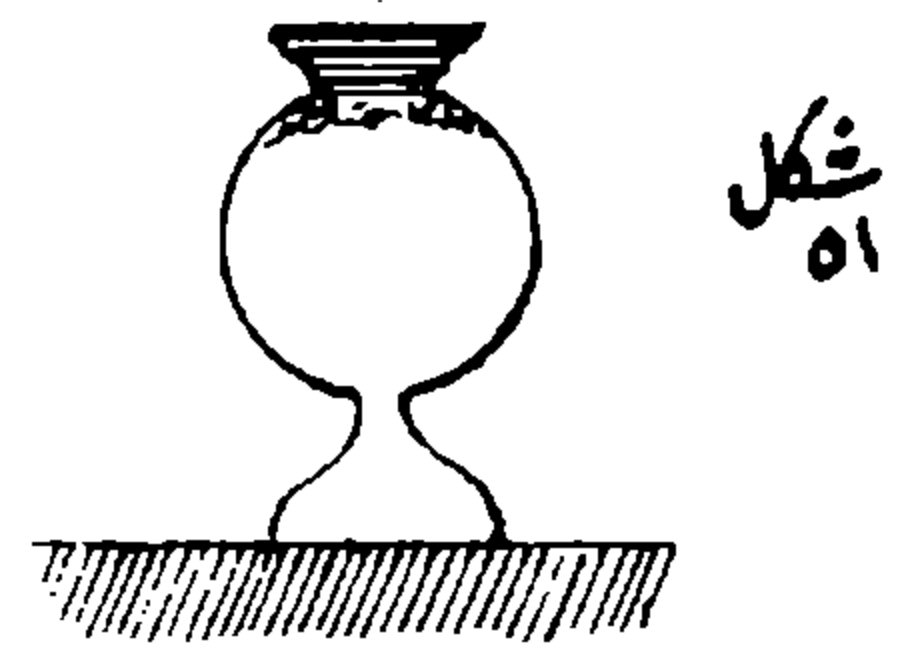
يتعلق احدهما بالآخر تشبيهاً قليلاً ونصف الكرة الأعلى منتهى بحلقة ونصفها الأسفل بانبوبة ذات حنفية توضع على خطوا برمية من الالة المفرغة. فيجود عمل الفراغ في الجهاز يعر رفع نصف الكرة الأعلى لان الضغط المنقلب يزيد عن ٧٦ كيلوغراماً



شكل ٥٠

اذا كان مقدار نصف قطر الكرة خمس سنتيمترات فقط ويكون فصل نصف الكرة عن بعضها غير ممكن أيضاً اذا فككناهما بعد سد الحنفية من على الالة ووضعنا في أي وضع غير الوضع الأول فهذا يبرهان آخر على وجود الضغوط الجانبية وينفصل نصف الكرة بسهولة بمجرد ترجيع الهواء أو وضعها في الفراغ

والغالب ان تعمل ايضاً تجربة انجبار المثانة لتحقق وجود ضغط الهواء وذلك ان تؤخذ اسطوانة من الزجاج كافي (شكل ٥١) مفتوحة من احد طرفيها ومسدودة من الطرف الثاني بواسطة قطعة مثانة مونة ترتيباً جيداً فتكون هذه المثانة مستوية قبل تخلخل الهواء الداخلي لكما تنقر شيئاً قشياً كلما تخلخل الهواء فادامها الانسا



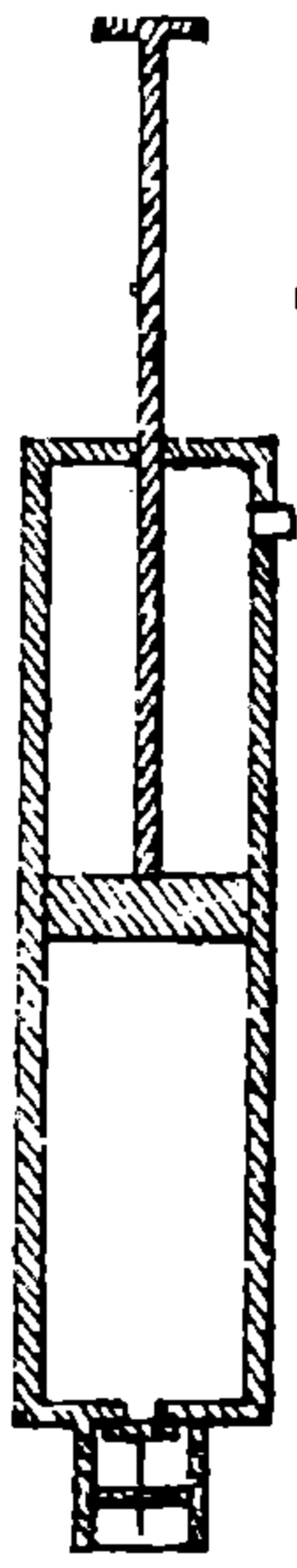
شكل ٥١

مشا خفيفاً بالاصبع ثم تزداد وضارت قطعاً كثيرة وعند تمزقها تفرغ فرقة شديدة كفرقة الطبيعة وقت تسببها وهذه الفرقة ناشئة عن رجوع الهواء بفته في الاسطوانة ونهل البرهنة بواسطة الالة المفرغة على أن الحيوانات تهلك في الفراغ في لحظات قليلة وأن الأجسام الملتصبة تنعلق فيه

في الالة الحاصرة

بناء الالة الحاصرة الة معدة لجمع الهواء في آنية وحصره فيها وشكلها كمثل الالة المفرغة ولا تختلف عنها الا بوضع صماميها اللذين ينفتمان من أعلى إلى أسفل وبآنيتهما التي تلبت دائماً على سطحها فاذا انخفض احد مكبيها فالهواء المحصور أو المجتمع يفتح الصمام الأسفل بجسم الطلبية ويدخل في الآنية واما اذا ارتفع فواء الآنية يسد الصمام المذكور ويدخل الهواء الجوي في جسم الطلبية بواسطة صمام

صمام المكبس وتستغرق آنية الآلة الى اسطوانة فيها مانومتر (أى مقياس يخلخل الغازات) يقاس به ضغط الهواء الداخلى ويندر استعمال الآلة المحاصرة



شكل هـ

فى الطلبة المحاصرة

يتم الطلبة المذكورة مركبة كافي (شكل هـ) من اسطوانة ومن مكبس سكب وفي هذه الاسطوانة فتحة بالقرب من طرفها الأعلى وفي طرفها الثاني صمام ينفخ من أعلى الى أسفل وفيه ايضاً ثقب ذو خطوات برمية بوضع بها على المستويات التي يراد حصر الهواء فيها فاذا انزل المكبس دفع هواء جسم الطلبة في المستودع واذا صعد رفع ثقل الحجر ومنع الهواء عن الدخول ما لم يتجاوَز الفتحة العليا وكل ضربة من ضربات المكبس تحصر في المستودع كمية من الهواء قدر

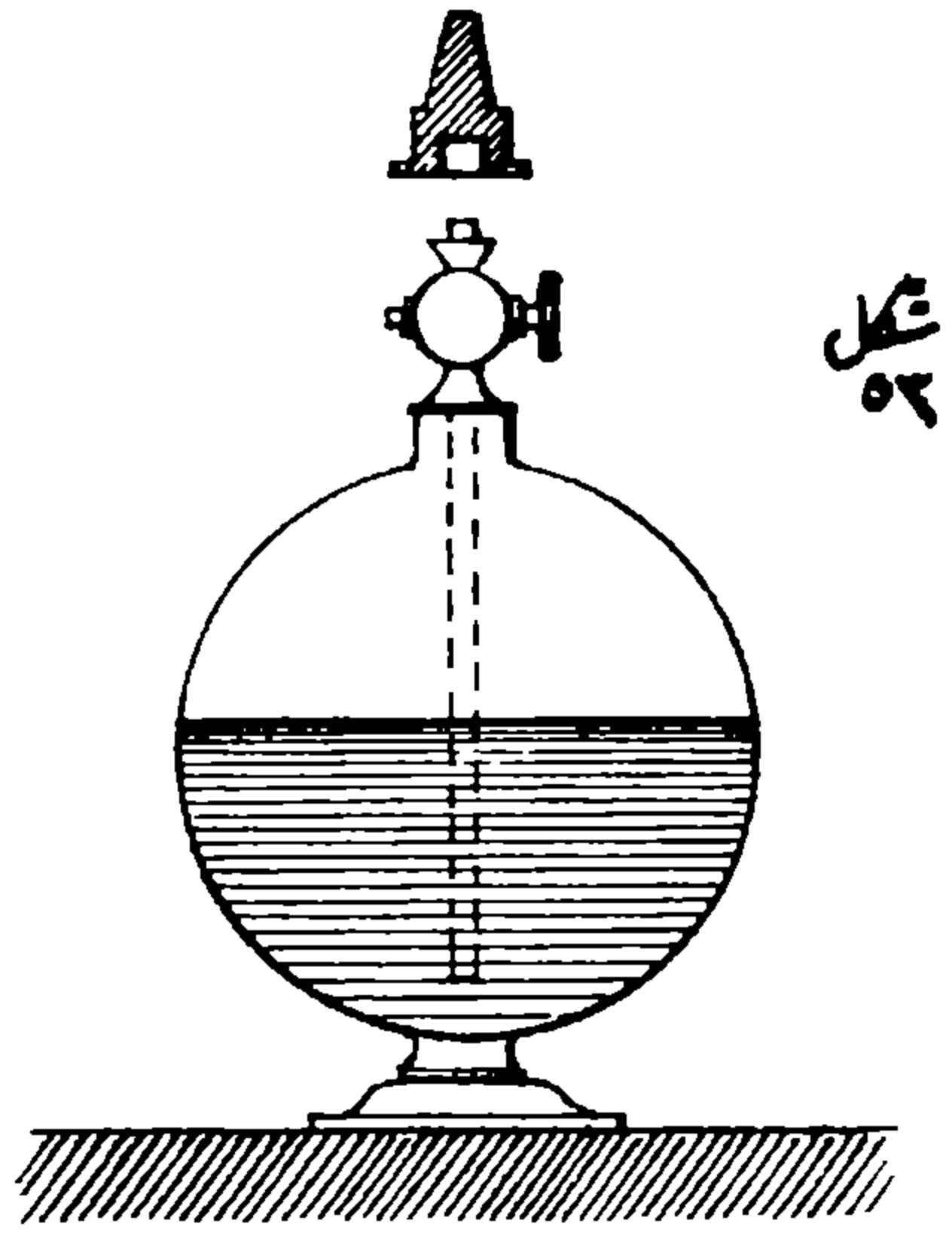
سابقها وحد الانحصار يتعلق بالحجم الذي يبقى بين الصمام واسفل نقطة من نقط مجرى المكبس فاذا كان هذا الحجم جزائياً ٠٠ من حجم الاسطوانة الكائنة تحت المنفذ امكن حصر الهواء الى ٠٠ جواً ولا يتجاوَز الحصر هذا الحد لان هواء جسم الطلبة لا يمكن ان يأخذ قوة تزيد عن ٠٠ جواً بتنقيص حجمه والغالب ان تسمى هذه الطلبة بالطلبة الكاسية ويمكن حصر حمض الكربونيك أو غيره من الغازات في المستودع بشرط ان تستطرق فتحة الطلبة الى المستودع الممتلئ من هذا الغاز وبهذه الكيفية يتكاثف حمض الكربونيك في الجهاز الذي تتكون فيه المياه الفعالية

الدرايسش

فى نافورة الضغط

يتم نافورة الضغط مركبة كافي (شكل هـ) من آنية من نحاس ذات جدران متينة جداً فيها ثقب برمى يمكن أن تغلوز عليه انبوبة من الحديد والحجر والاسفل من هذه الانبوبة واصل الى قرب قاع الآنية وجزؤها الأعلى ينتهى ببرمة معدة لضبط صلة

أو طلبية كابية وفي أسفل البرمة حنفية فاندتها توصيل
أو عدم توصيل داخل الآنية بخارجها فلمذا النافورة
يملأ نصفها تقريبا من الماء وَيُخَصَّرُ فيها هواء بواسطة
طلبية كابية ثم تغلق الحنفية فاذا عوصنت الطلبية
بوصلة وفتحت الحنفية ارتفع الماء الى ارتفاع مقدار
تابع لكيمة الهواء المجمعة على سطحه فيصل الارتفاع
المذكور الى ٣٣ ر ١٠ تقريبا اذا كان الضغط الداخلي
ياوى جويين فقط وينضاعف الارتفاع اذا كانت
الضغط المذكور مساويا لثلاثة اجوبة



في سديرة الهواء

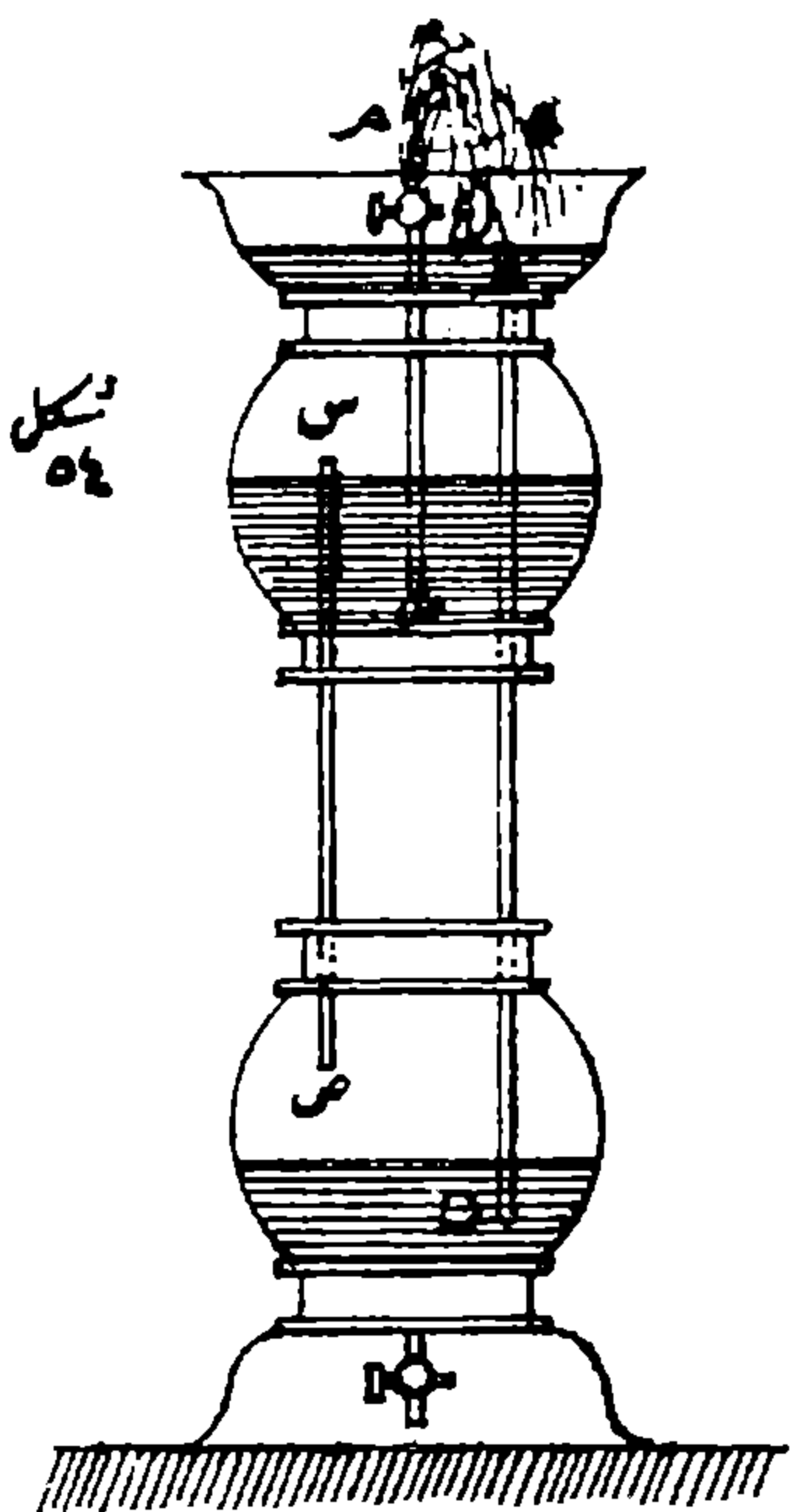
يبد لبند قبة الهواء خزنة معدنية مجوفة وفي طرفها صمام ينفتح من الخارج الى الداخل ويمكن
ان يُثَبَّت على هذا الطرف طلبية كابية بواسطة برمية وان يكس الهواء فيها الى ١٠ اجوبة
او ١٥ جوا فيجب ان تمتلئ الخزنة تُرْفَع الطلبية وتُغَوَّضُ بالماسورة التي تدخل فيها
الرصاص والحقوقان معا وتجر الزينك الكارث على الماسورة ينفتح الصمام وتخرج الهواء
بقوة فينفذ ما في هذه الماسورة بعيدا ويمكن تسبب تلك البند قبة عدة مرات متوالية
بدون ملئ الخزنة ثانيا لان الصمام لا يدخل منه في كل تسيية الا مقدار قليل من الهواء ومرات التسبب
هذه تكون مصحوبة بفرقة ضعيفة جدا وصوت قليل ناشئ عن احتكاك المواد الجامدة التي يجذبها
هواء الخزنة مع بعضها او التي يقابلها في مخرج

ثم ان النهاب البارود في البندقيات والمدافع ينشر كثيرا من الغازات في مسافة قليلة جدا وقوته
عظيمة أيضا وتأثير هذا الغاز عند تسبب البندقيات والمدافع بشعرية الانسان في جميع
امتداد الماسورة ويبطل هذا التأثير الكلية بعد قذف ما في الماسورة ويؤخذ من هذا انه
كلما كانت الماسورة طويلة كانت الضربة شديدة وينبغي مع ذلك ان لا يتجاوز الماسورة حدا معلوما
لسببين أحدهما ان الجسم المقذوف يحصل له احتكاكات تتزايد بطول تلك الماسورة والثاني
ان الغاز يفقد بعض قواه بخره على بعد عظيم من البرمة

في نافورة برون

البركة
البركة

في نافورة هيرون

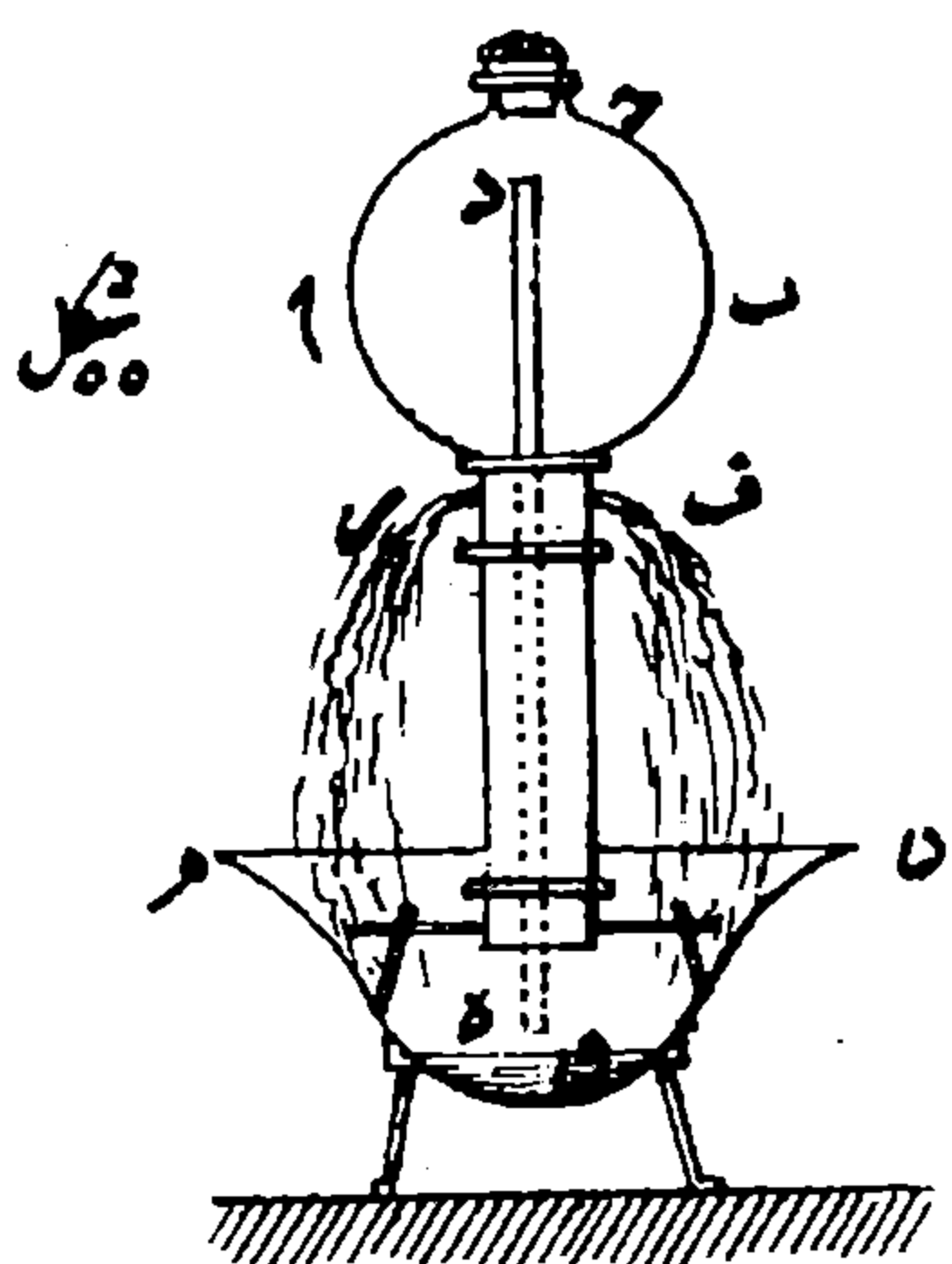


يُندى النافورة المذكورة عبارة عن ثلاث أو اثني وثلاث أنابيب
مجموعة معاً بطريقة مخصوصة كما في (شكل ٥٤) أما
الأنبوبة من فتحة من قاع الآنية العليا إلى قاع الآنية
السفلى وأما الأنبوبة من ص فتحة من رأس الآنية
السفلى وتدخل في رأس الآنية المتوسطة وأما الأنبوبة
من د فتحة من قاع الآنية المتوسطة إلى أعلى قاع الآنية
العليا بقليل ويثبت على هذه الأنبوبة الأخيرة بواسطة

برمية حنفية منتهية بوصلة طويلة رفيعة ولأجل إجراء تجربة تلك النافورة تزال الحنفية
ونملأ الآنية العليا من الماء فيسيل جزؤ من هذا الماء في الآنية السفلى وجزؤ آخر في الآنية المتوسطة
ثم تُسد الفتحة من تجود أن تزيد تسوية الماء بقدر بعض بلهزات عن الطرف ن للأنبوبة ومتى
امتلت الآنية المتوسطة تقرباً من الماء تركب الحنفية ثم تزال السدادة الموضوعة في م ر كي
يملا الماء الأنبوبة من د وبهذا تم النافورة فينشد فيفتح الحنفية لأجل إخراج الماء ومقتضى
القواعد أن يكون ارتفاع الماء المذكور فوق تسوية الآنية المتوسطة ما وياً للبعد الكائن
بين التوسيتين في الأنبوبين المتطرفين وهذا ناشئ عن مرونة الهواء المحصور فوق الماء في الآنية
المتوسطة

وقد انشأوا عدة مصابيح ايروستاتيكية مؤسسة على قاعدة نافورة هيرون غير انها لم تظهر
جميع المزايا التي تحدث من بعض أوضاع أخرى فلذا أهملت

في نافورة الماء



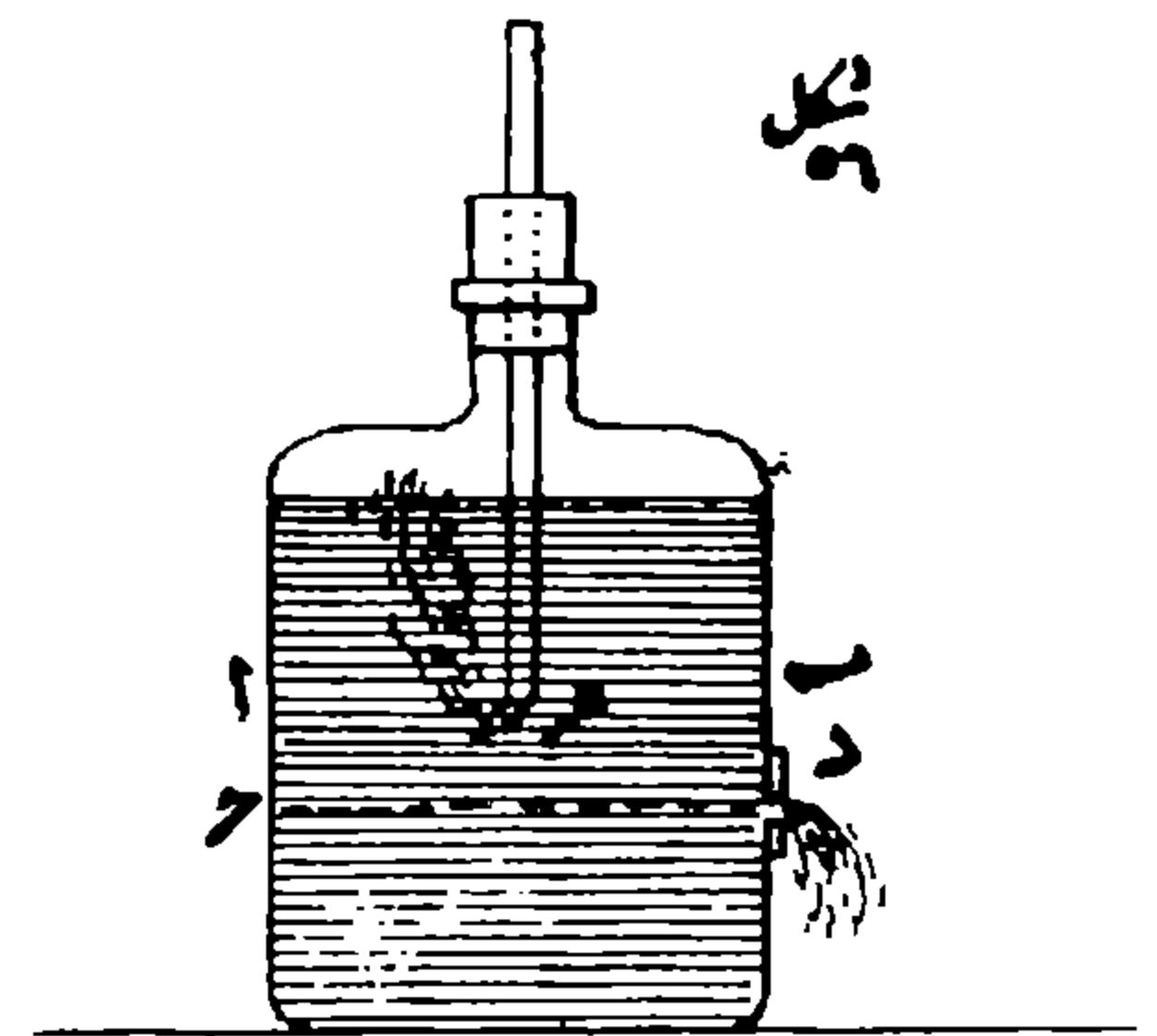
يُندى نافورة الماء كما في (شكل ٥٥) كرة من البلور في طرفها
الأسفل ثلاثة أو أربعة أنابيب شعيرية م ر ف
..... في مقطوعة بأنبوبة من الزجاج د ه مفتوحة
الطرفين وتمتد تقرباً من أعلى الكون وتنتهي إلى قرب

منفذ صغيراً و مصنوع في وسط آتية من النحاس مرون فلاجل استعمالها يصب ما في كره
 البلور الى اب ثم تُسد الفتحة ح بواسطة سدادة مصنعة فيسيل وقتئذ الماء الذي يضغط
 عليه الهواء الداخلي في المنافذ ر, ف..... الخ ويرتفع شيئاً في الآتية مرون اذا كان
 المنفذ و اقل من مجموع منافذ الأنايب الشعرية ويتجاوز الماء المذكور الفتحة ه من الأنبوبة
 ويعترض بين داخل الكرة وخارجها ويمنع الهواء الخارجي عن الدخول فوق المانع فتتصرف مرونة الهواء
 الداخلي حينئذ بواسطة سيلان المانع لا بد أن تأتي لحظة من الزمن اذا انضم فيها ضغط الهواء الداخلي
 المذكور الى ضغط الماء لا يزيد ذلك الضغط عن الضغط الواقع من الجوى على المنافذ ر, ف..... الخ
 فيقطع السيلان في تلك اللحظة من نفسه ولا يعود الا بعد انفتاح فتحة الأنبوبة بواسطة سيلان
 جزء من مانع الآتية مرون فاذا انتهت هذه اللحظة دخل الهواء الخارجي فوق المانع فيستد السيلان
 ثانياً من المنافذ ر, ف..... الخ ثم يقطع السيلان ثم يتجدد وهكذا الى ان يترك الماء عن فتحات
 الأنايب

في آناء المعلم مريوت

بند آنا المعلم مريوت كما في شكل ٥٦) سيلان منتظم وهو عبارة عن مربع فيه منفذ جانبي فقطره صغير

وهذا المربع سد ودبادة يربها انبوبة مع الاحتكاك
 فاذا فرضنا أن المربع والانبوبة مملئان بالماء ورفعنا الأنبوبة
 فوق المنفذ سال المانع ما دام المنفذ والانبوبة مفتوحين
 لان الضغط من الداخل الى الخارج الحادث من الهواء والماء
 على المنفذ يزيد عن الضغط الحادث من الهواء على المنفذ الخارج
 الى الداخل ثم أن التسوية تنازل بسرعة من الطرف الأعلى

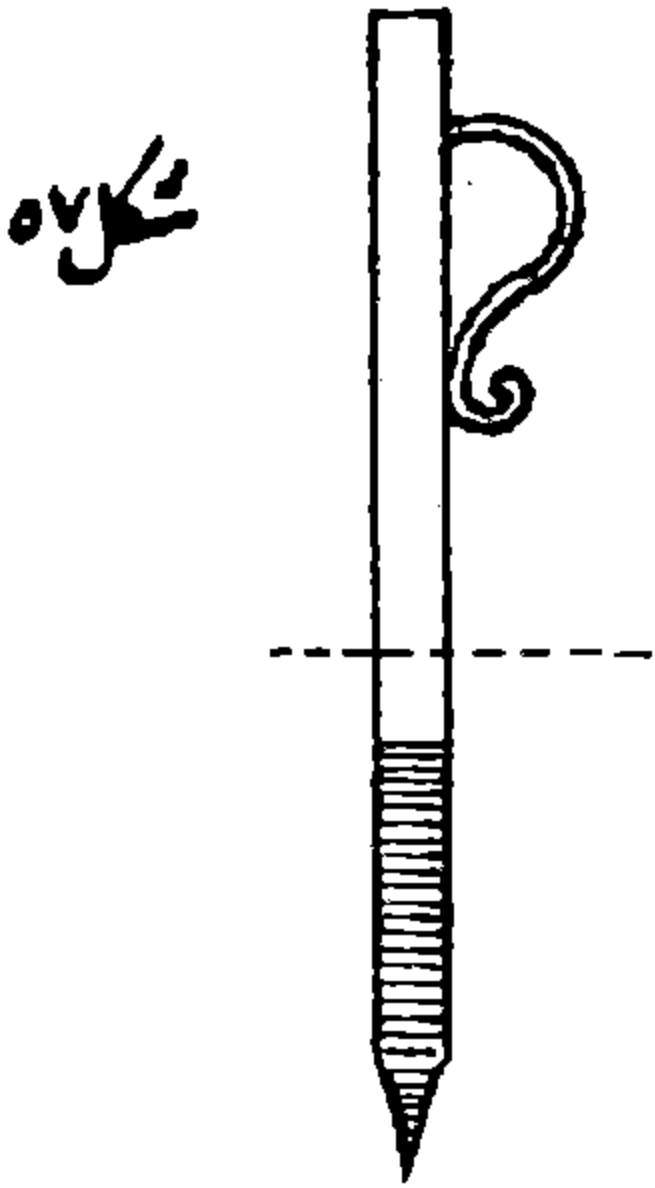


للانبوبة الى طرفها الأسفل ومتى وصلت الى هذا الحد سال المانع بسرعة منتظمة ويستمر على هذه السرعة
 الى أن ينزل الى اب في المربع وذلك أن الجوى في مدة هذا السيلان الجوى يضغط مباشرة على م
 ويوصل ضغطاً واحداً لجميع أجزاء الطبقة الأفقية اب بحيث أن الضغط الداخلي الواقع على الطبقة
 هـ د يزيد بمقدار العمود اـ هـ عن الضغط الخارجي وما ينبغي التنبية عليه ان التسوية تنازل
 في المربع كلما حدث السيلان وذلك أن الهواء يدخل من الطرف م ويرتفع فوق الماء فقايع لاجل ان يعادل
 بضغط

بضغطه نقص الضغط الذي ينشأ عن هذا السيلان فاذا انزلت التسوية تحت α لم يكن الضغط ثابتاً
وتغير سرعة المائع وعليه فيُعِيدُ أَنَا المَعْلَمُ مَرَبُوتٌ طريقة لاجداث سيلان منتظم وتُلَطِّفُ السرعة
بغس الأنبوبة قليلاً أو كثيراً في الآتاء

فاذا وضع الطرف الأسفل من الأنبوبة على تسوية المنفذ أو على أسفله لم يحصل السيلان في الأنبوبة
واما المربع فيبقى ممتلئاً من المائع ويتنوع أَنَا المَعْلَمُ مَرَبُوتٌ بأنواع موافقة للأحوال التي يستعمل فيها

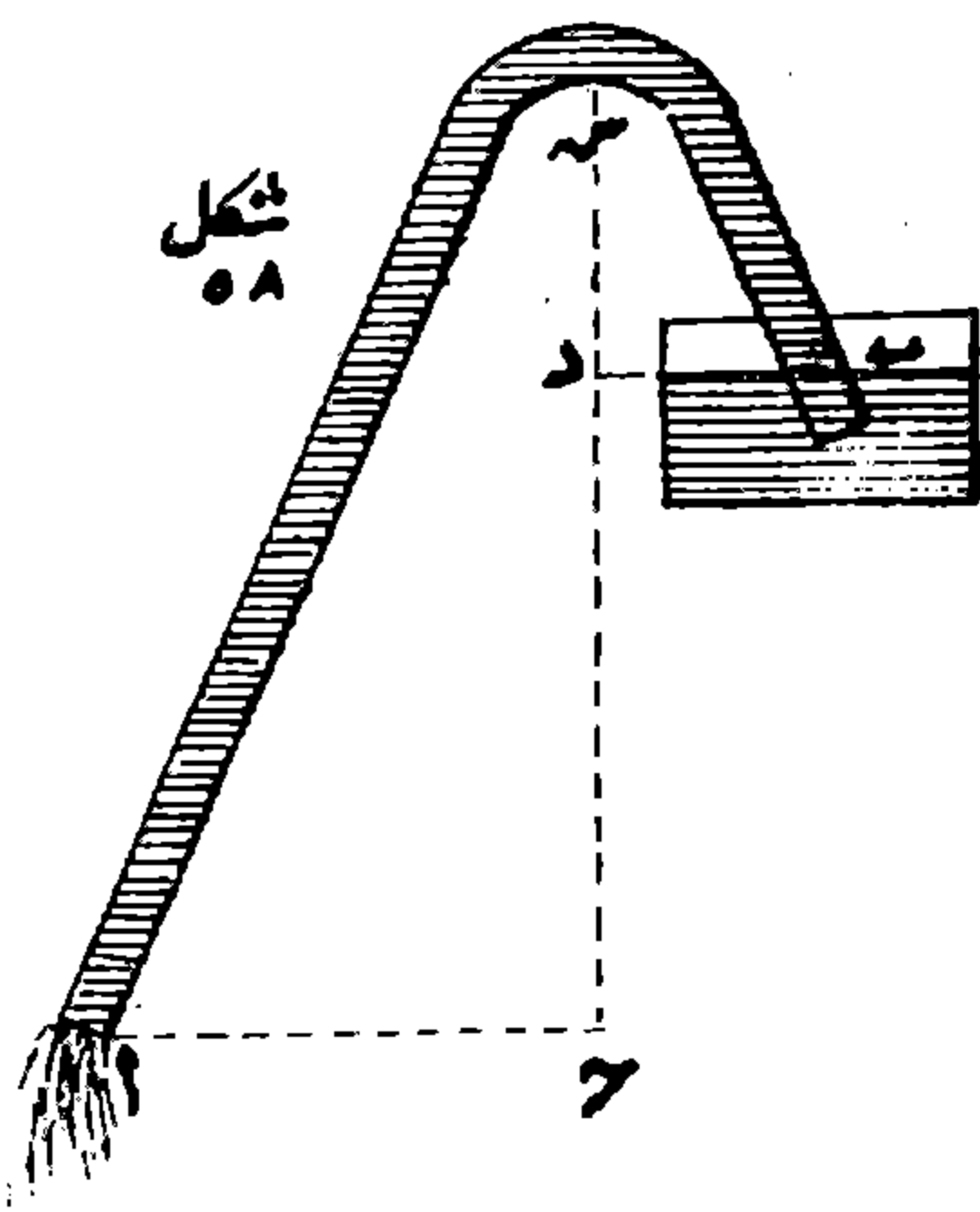
في مجار النبذ



يُنْذِرُ مجار النبذ مركب كما في (شكل ٥) من أنبوبة في طرفها الأسفل
منفذ ضيق وفي الأعلى منفذ واسع فاذا غس في مائع صعد المائع
فيه الى ارتفاع التسوية من الخارج واذا سد بعد ذلك بالأصبع
من نهايته العليا واخرج من المائع فلا يسيل منه الا جزؤاً لان السيلان
ينقطع متى صارت مرونة الهواء الداخل اقل من الفرق الكائن بين

الضغط الجوي وعمود المائع الباقي في المجار وحينئذ يبقى جزؤ من المائع في الأنبوبة واسم هذه
الالة يدل على كثر لزومها فتسمى تارة بمجرا المائع وتارة بطلمبة المخازن وتارة بغير ذلك فاذا
مُلِيتِ الأنبوبة بمائع قبل سدها من الطرف الأعلى فلا يسيل منه اء في جزء وهذه النتائج تحدث
بعينها اذا فتحت فتحة ضيقة في برميل سواء كانت في جانبه أو في قاعدته واذا كان البرميل مقلو
من عدة العليا وممتلئاً بالمائع امتلأ تماماً فلا يسيل منه واما اذا احتوى على قليل من الهواء في جزءه
الأعلى سال المائع مدة يسير

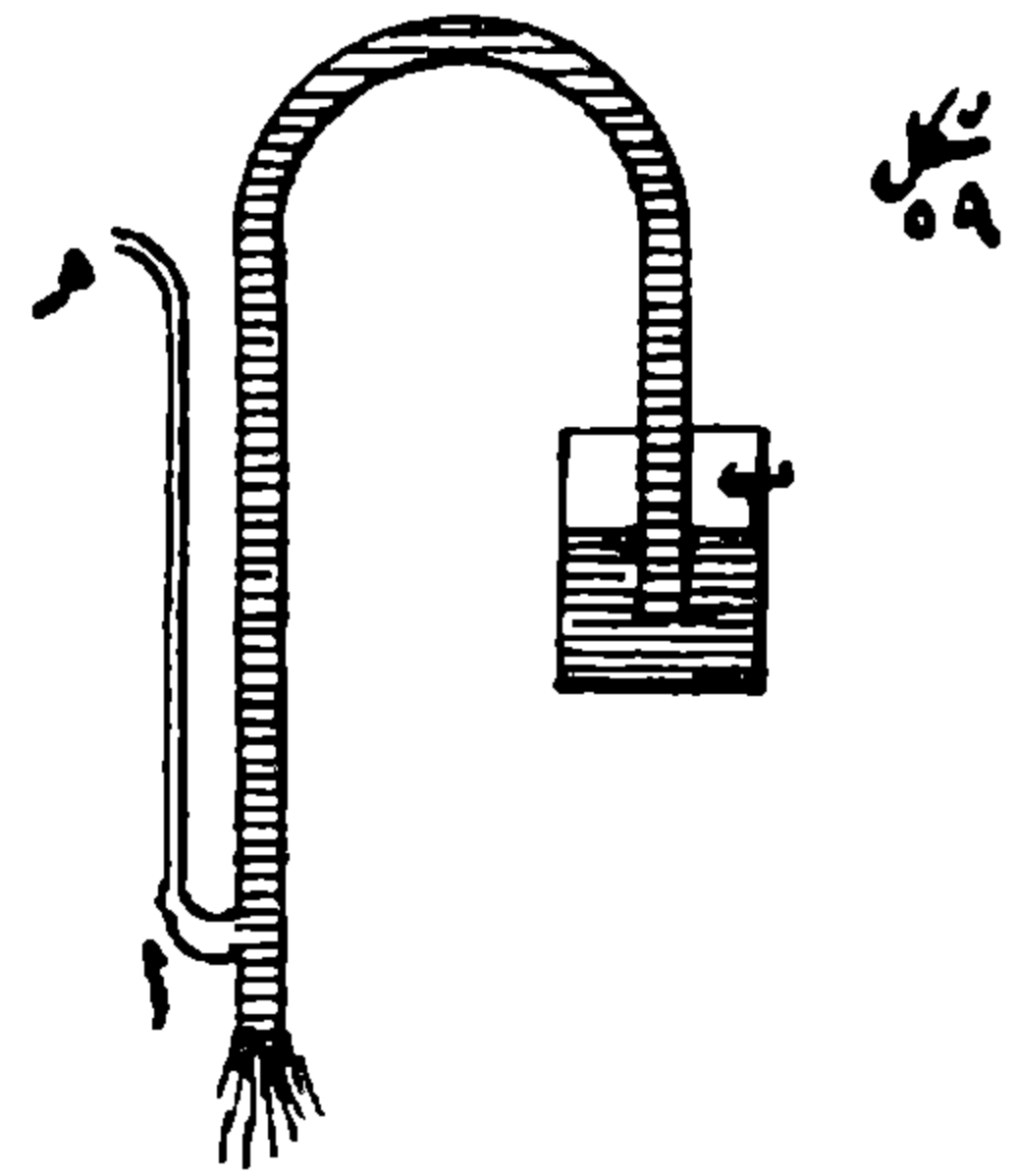
في الممص



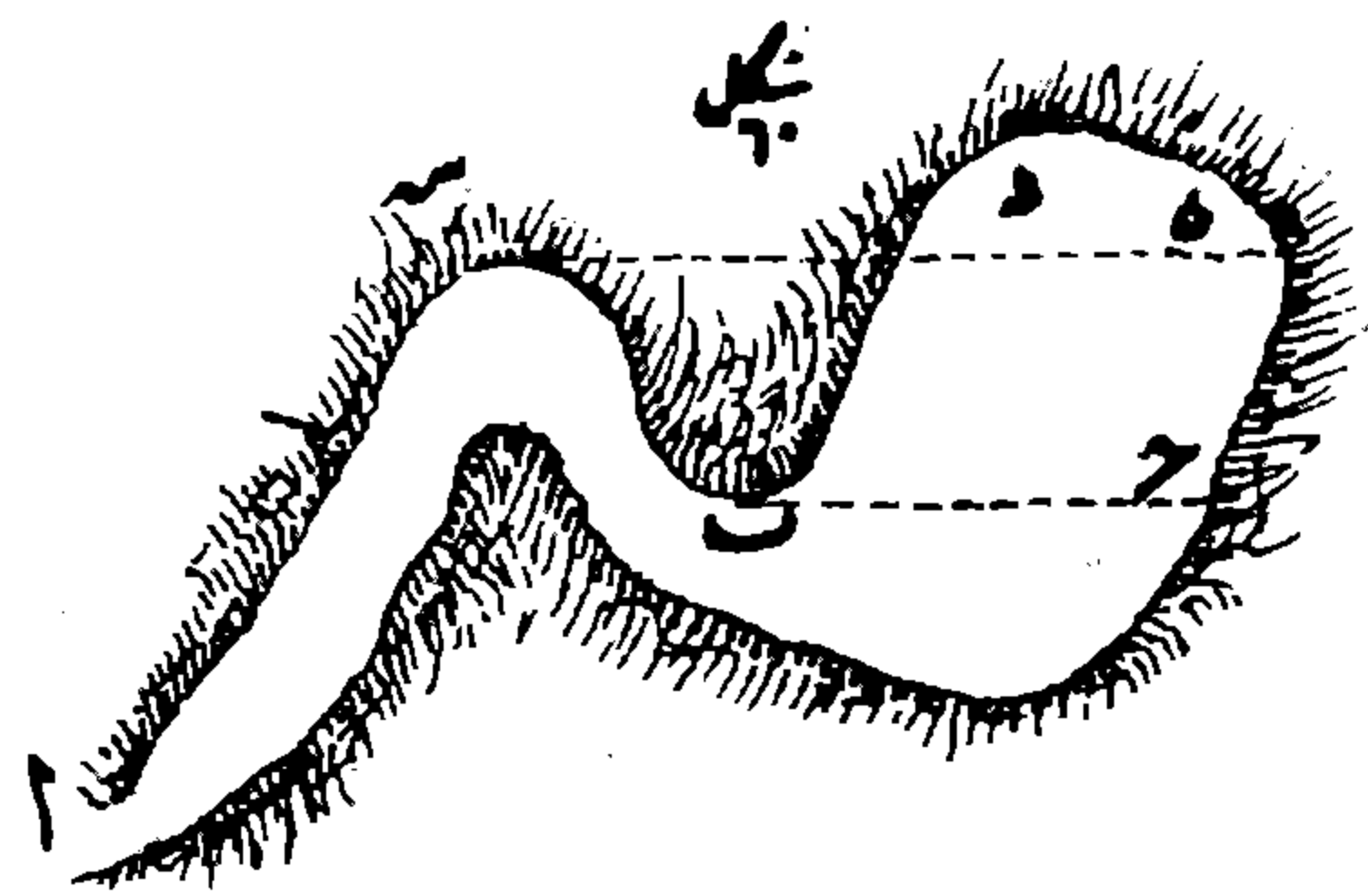
يُنْذِرُ الممص آلة تستعمل لنقل الموائع من أناء الى آخر وهو مركب
من أنبوبة منحنية كما في (شكل ٥٨) شعبتاها غير متساويتين
في الطول ولتصور هذه الآلة تصوراً صحيحاً يفرض ان المراد
نقل ما تَنَحَّسُ الشعبة القصيرة من الممص في هذا المائع ويمس
الهواء الداخلي بالغم من الطرف الآخر فيرتفع الماء في الشعبة
سـ ب ثم يتجاوز الرأس سـ هـ اذا كان ارتفاعها اقل من

٣٣. ١٠- فوق التسوية ويملا الجواز ملئاً كلياً فيمتلأ حينئذ المصن بالمائع ويتفرغ الآناء من نفسه وهذه النتيجة ناشئة عن الضغوط الواقعة على طرفي المصن أما الضغط الواقع على ١ لرفع المائع فهو الفرق بين ضغط الجو وضغط عمود المائع سـ حـ وأما الضغط الواقع على ب فهو الفرق بين ضغط الجواز المذكور وعمود المائع سـ دـ وحيث أن هذا العمود أقل من العمود الأول فالضغط الواقع على ب يزيد على الضغط الواقع على ١ وينتأ عليه يسيل المائع من شعبة المصن القصيرة في الشعبة الطويلة ومع ذلك فالقوة التي تحدث السيولان تتأثر الفرق دـ حـ بين عمودي المائع ولا يمكن أن ينقطع السيلان قبل تفريغ المائع لأن الضغط الجوي الكافي للمصن لا بد وأن يحفظه ممتلئاً مادام مغروساً في المائع فهذا ما يحدثه الضغط الجوي على المصن وأما في الفراغ فينفصل عمود المائع ويبطل فعل المصن

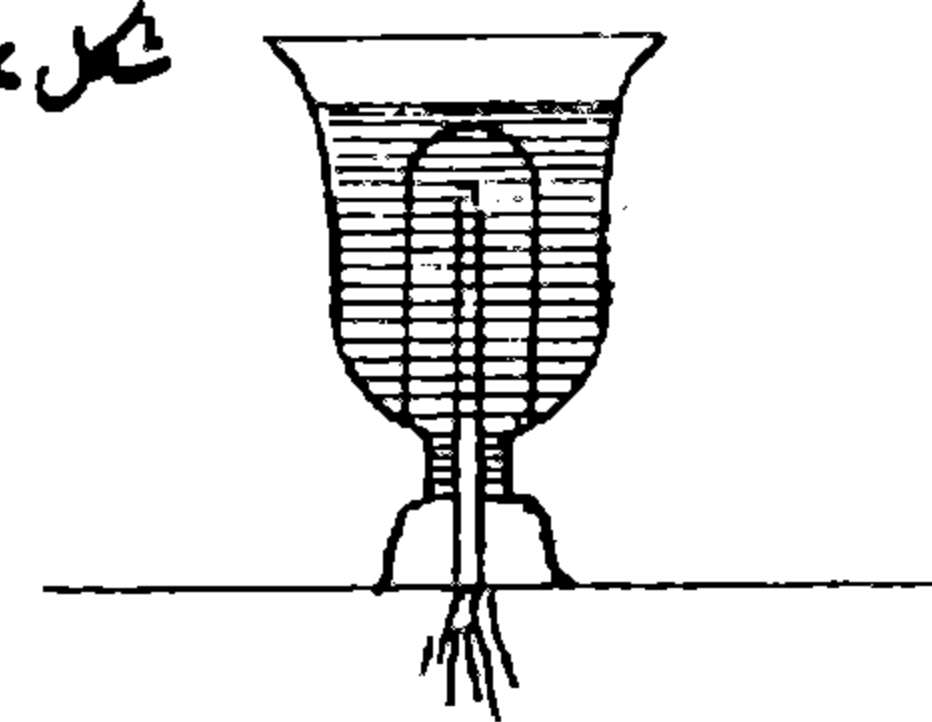
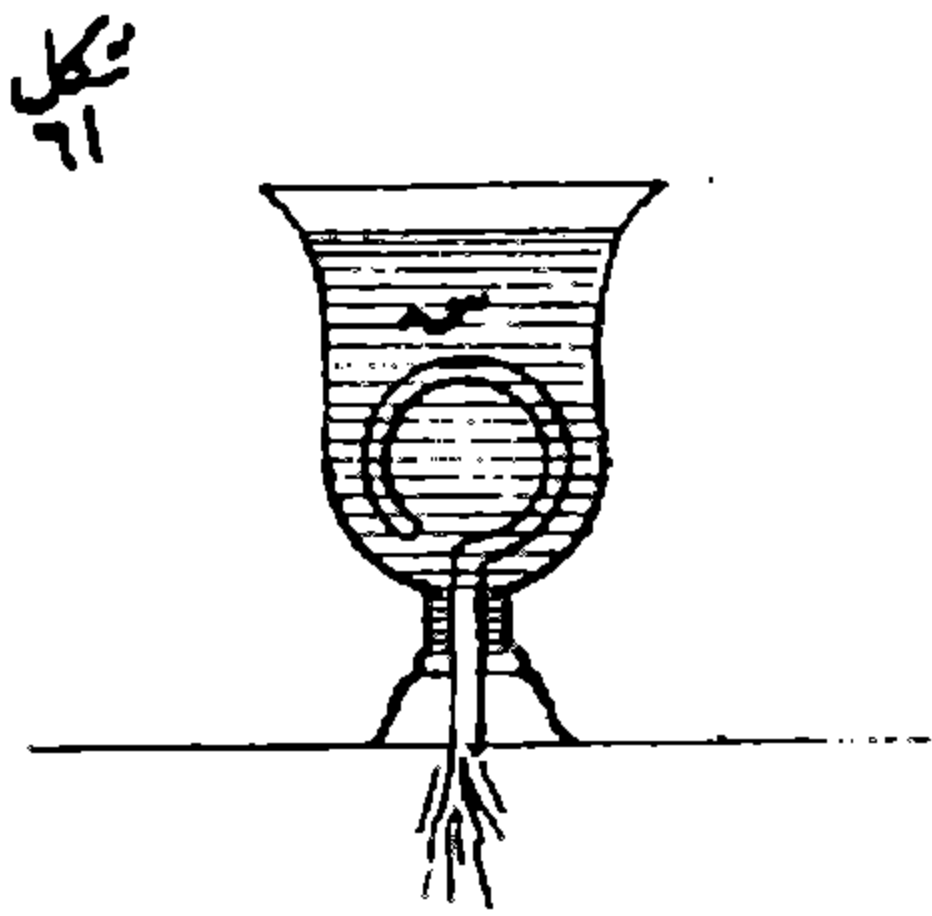
وحيث يراد نقل مواعض مضرع كالزبيب والحوامض وغير ذلك بواسطة المصن يحترس عند ملئ الجواز فلن لا يستعمل كافي (شكل ٥٩) ممص له أنبوبة جانبية تبدأ من النجاية السفلى للشعبة الطويلة فتنتهي تحت النجاية بـ في المائع تتد النجاية ٢ بالأصبع وتبصر هو المصن من مـ ويمكن أن يستعمل أيضاً ممص معناد وحينئذ يملأ بقلبه ويغلق بقلبه ثم يقلب المصن ويغسط طرفه الأقصر في المائع المراد نقله وحين يستعمل ممص ذو قطر كبير يمتد بغض منفذ السيلان في آنية ممتلئة من المائع لانه اذا اهل هذا الاحتراز يمكن أن يفصل الهواء العود الذي يسيل ويرفعه الى رأس المصن فيحدث بين عمودي



المائع تعطل مستمر ينشأ عنه وفوق الجهاز وبواسطة نظري المصن توضيح الترافير المائية التي توجد بكثرة بالقرب من الجبال وذلك انا اذا تصورنا صنع كافي (شكل ٦٠) فيها تجويفة تستطرق الى السهل بواسطة ممص طبيعي بـ سـ ٢ وأنالاً يدخل شيئاً فشيئاً في هذه التجويفة برشحات كائنة تحت الأرض المائع بها مادام الارتفاع دـ هـ غير اصل رأس المصن



لرأس الممص فاذا وصل الى هذا الارتفاع امتد الممص وسال المائع الى أن تنزل التسوية الى ب ح فينقطع
السيلان عند هذا الحد ويعود ثانياً متى وصلت التسوية الى د ه وهكذا وكثير من النوافير المائية يسيل
مدة ايام وأشهر يدون انقطاع ومنها ما يسيل وينقطع مراراً في الساعة الواحدة

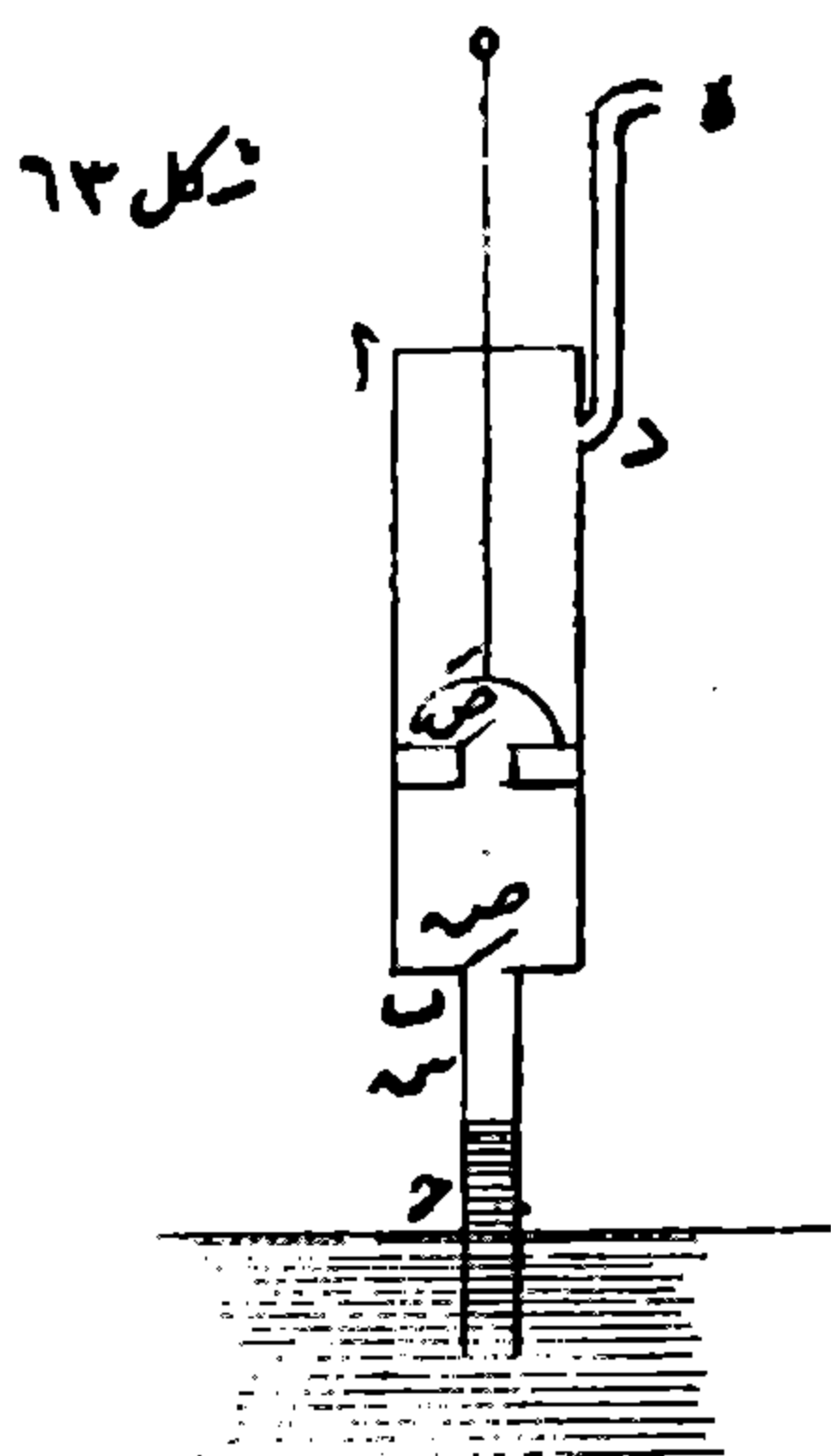


ويوجد في مخازن آلات الطبيعة جهاز صغير يسمى بالميمص
المائي يمتد بنفسه كالنوافير العجيبة وشعبته القصيرة
تغرس كما في (شكل ٦١) الى قرب قاع الاناء والشعبة الطويلة
تمر به ويمتد هذا الممص ما دامت تسوية المائع في الاناء
فوق الرأس س ه ويستمر السيلان الى ان يتفرغ المائع بالكلية
واذا وضع الماء ثانياً امتد الممص مرة اخرى وقد يشكّل الممص
المائي كما في (شكل ٦٢) بشكل اخر فيه انبوبة مستقيمة مفتوحة
من طرفيها تمر بقاع اناء وتغطي بالانبوبة اعرض منها مقفولة
من رأسها ونهايتها السفلى تكاد ان تصل بقاع الاناء فتجد
المسافة الكائنة بين الأنبوبتين تأثراً قسماً شعبة الممص

في الطلبات

يُندى تسهل الطلبات لرفع الماء وهي على ثلاثة انواع الأولى الطلبات الخاصة الثانية الطلبات العامة
الخاصة الثالثة الطلبات العامة

في الطلبات الخاصة



الطلبية الخاصة مركبة كما في (شكل ٦٣) من جسم طلبية ا ب
يمر به مكبس ومن قصبة مص ب ح تغرس في الماء وفي
تلك الطلبية صمامان أحدهما مصنوع في مجمع الشطونتين
والثاني في المكبس وهذان الصمامان ينفتحان من اسفل الى
اعلى فاذا فرضنا المكبس على الطرف الأسفل من جسم الطلبية
انسد الصمامان وصار المائع في تسوية واحدة في داخل الأنبوبة

ب ح وفي خارجها وأما إذا رفعنا المكبس فإن الفراغ يحدث تحت قاعدته وينفتح الصمام ص
بسبب مرونة هواء القنينة فيدخل هذا الهواء في جسم الطلينة وتنقص مرونته ولا يوازن ضغط
الجو فيرتفع الماء فيقضية المص وإذا وصل المكبس إلى أعلى مجراه حصل التوازن بين هواء جسم الطلينة
وهواء القنينة وانسد الصمام وانقطع صعود الماء وعمود ح س الذي ارتفع بواسطة ضربية
المكبس الأولى يساوي الفرق بين الضغط الجوي وضغط الهواء الداخلي وإذا نزل المكبس خرج هواء
جسم الطلينة بواسطة الصمام ص وانتشر أيضاً هواء قنينة المص بتحريك المكبس مرة أخرى
وبذلك يصعد عمود آخر من الماء فإذا ادمننا تحريك المكبس وصلنا إلى دفع الماء إلى الصمام ص
ثم إلى جسم الطلينة إذا كانت الطلينة المذكورة محكمة التركيب فإذا فرض أن المكبس نزل أيضاً فالهواء
الذي يبقى فوق عمود المائع يخرج كله بواسطة الصمام ص ويدخل الماء بنفسه بين هذا الصمام ويرفع
فوق المكبس ثم إذا ارتفع هذا المكبس ارتفع عمود الماء المستقر عليه ولا يمكن عمل الفراغ في قاعدته متى رفع
لأن المائع المدفوع بواسطة ضغط الهواء يفتح بنفسه صمام المص ويدخل في جسم الطلينة
وعليه فكما انخفض المكبس حمل فوقه عموداً مائلاً وكما ارتفع رفع هذا العمود وجذب أيضاً الماء
من الخوض في جسم الطلينة وحينئذ يمكن رفع الماء إلى المقدار الذي ارتفع ما إذا اضمنا للطلينة
انبوبة جانبية د ه

وحيث أن ضغط الجو سبب في رفع الماء في انبوبة المص ينبغي أن يكون صمام المص على بعد أقل من
١٠٣٣ فوق تسوية ماء الخوض ومع ذلك فلا ينبغي أيضاً وضع الصمام المذكور على هذا الارتفاع
لأن الماء لا يمكنه أن يتجاوز ويدخل فوق رأس المكبس ويندروضعه على أكثر من ثمانية أمتار فوق
التسوية ومكبس الطلينات كمكبس الآلات المفرغة يجب أن يتزل بالعزب جداً من الصمام
المذكور فإذا بقيت مسافة كربع جسم الطلينة مثلاً تحت مجراه لا يمكن أن تصير مرونة هواء الأنبوبة
أقل من ربع الضغط الجوي ولا يرتفع الماء في انبوبة المص إلى أكثر من ١٠٣٣ - ٥٨ ر ه
اي ٧٥ ر ه ومهما كان الارتفاع اللازم لإيصال الماء إليه لا ينبغي أن يرتفع المكبس إلى أعلى من ١٠٣٣ ر ه
عن تسوية الماء في المستودع لأنه يتكون تحت فراغه ويصير جزء من مجراه غير مفيد

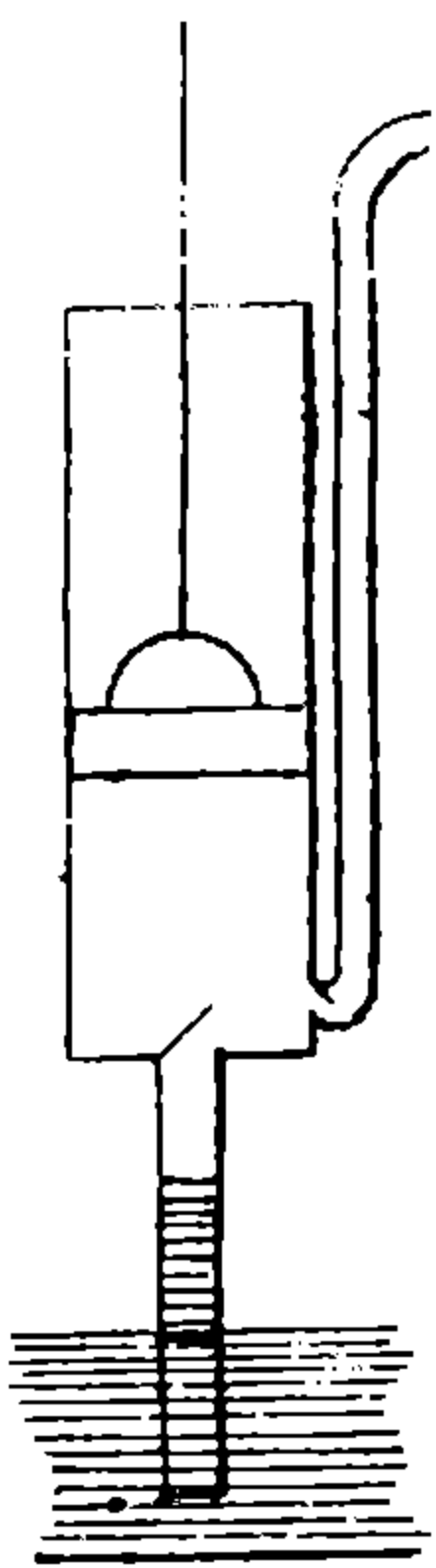
ويمكن تقدير القوة اللازمة لتحريك المكبس فإذا انزل الحميم فقط إلى الثقل على الاحتكاك الواقع
على جدران جسم الطلينة وإذا رفع رفع ثقل اسطوانة من الماء قاعدتها قاعدة المكبس وارتفاعها
يساوي ارتفاع الماء فوق تسوية المستودع ولأجل معرفة هذه النتيجة الأخيرة نفرض أن تسوية المائع

نحت صمام المص فيكون المكبس مغموطاً من أعلى إلى أسفل بضغط الهواء من ومن أسفل إلى أعلى بالهواء الداخلي الذي تساوى قوته ص - ر (و ر ارتفاع العمود المائي المرفوع) وعليه فتكون القوة الفاعلة مساوية للفرق ر بين هذين الضغطين فإذا فرضنا الآن أن المكبس محاط بالماء ورمزنا بالحرف ر لارتفاع العمود الذي يتكاثر على رأسه وبالحرف ر لارتفاع العمود فوق تسوية المستودع كان ص + ر - ص - ر دالين على الضغطين من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى الواقعين على المكبس ورفقها ر + ر يدل على القوة اللازمة لرفعه

في الطلبية الماهرة الكابسة

هذه الطلبية تختلفا للطلبية السابقة بمكبسها الثقيل كافي (شكل ٦٤) وفيها يرتفع الماء بواسطة

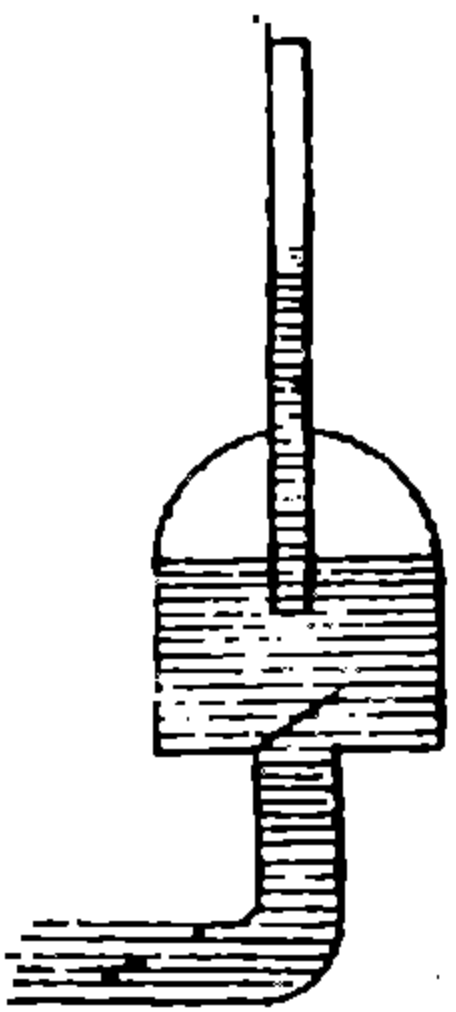
شكل ٦٤



انبوبة جانبية مجهزة في الطرف الأسفل من جسم الطلبية وفي ولها صمام ينفتح من الداخل إلى الخارج فإذا تحرك المكبس ارتفع الماء في جسم الطلبية ثم ينكسر ثانياً في الأنبوبة الجانبية ويرتفع إلى الارتفاع المطلوب وحين يرتفع المكبس ينغلق الصمام الجانبي ويرتفع الماء في انبوبة المص وفي جسم الطلبية فتساوى القوة الفاعلة بثقل اسطوانة من الماء قاعدة لها عدة المكبس وارتفاعها ارتفاع المكبس فوق التسوية وأما إذا انزل المكبس فينغلق صمام المص ويرتفع

الماء في الأنبوبة الجانبية وحينئذ تقدر القوة الفاعلة بثقل اسطوانة من الماء قاعدة لها عدة المكبس وارتفاعها ارتفاع ما الأنبوبة فوق التسوية في جسم الطلبية

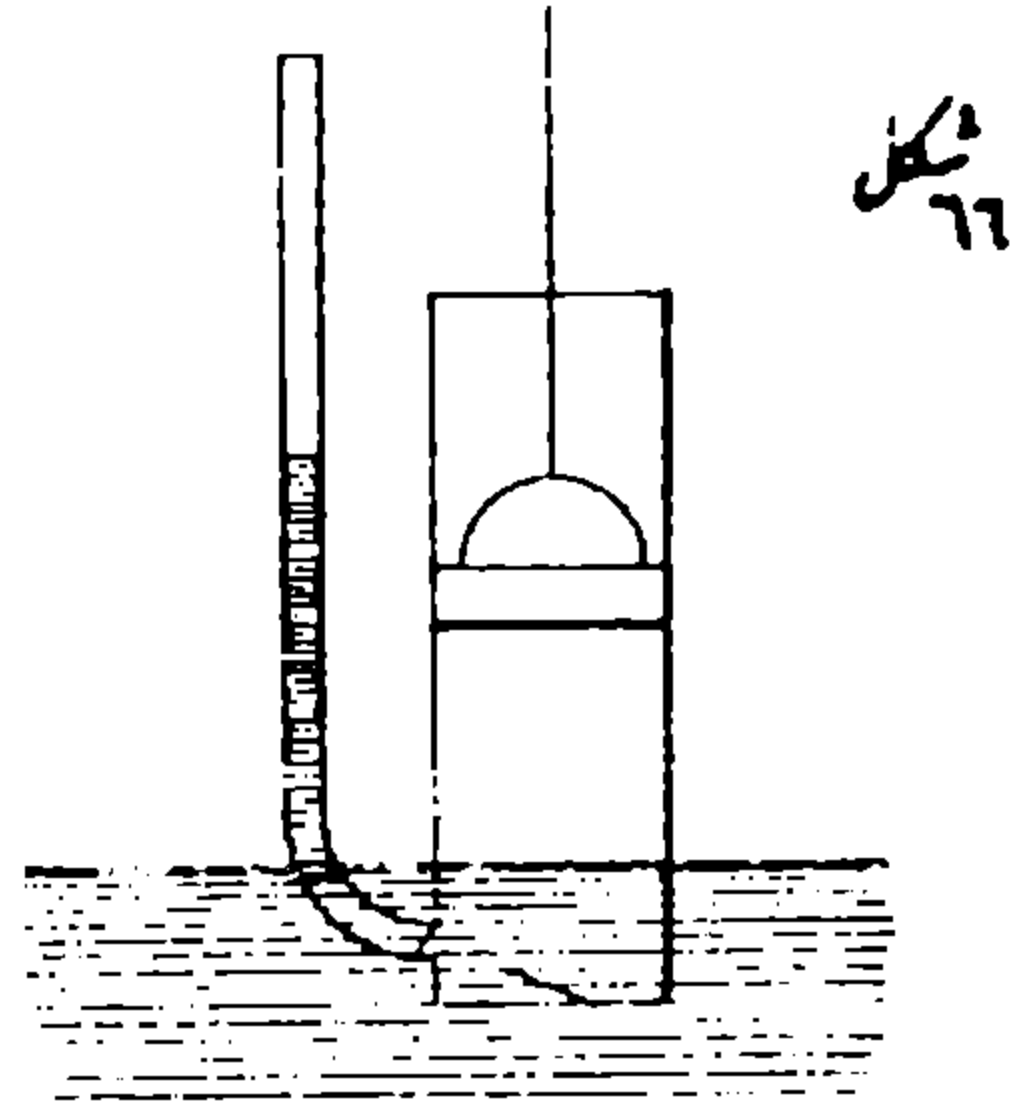
شكل ٦٥



ثم إن السيلان يحصل بوجه غير مستمر في الطلبيات المتعددة ويمكن أن يجعل مستمراً بأوضاع مخصوصة فيستعمل الغالب مستودع من الهواء كافي (شكل ٦٥) يفصل الأنبوبة الجانبية إلى جزئين فيضغط الغاز الداخلي منغطاً مستمراً على المانع بمجرد أن يصير في المستودع فيصعد في الأنبوبة الجانبية مد محركي المكبس والغالب أن يستعمل أيضاً

(٧٦)
 طلبات توأمان اذا انزل مكبس احدها صعد مكبس الاخرى
 في الطلبات الكاسية

الطلبية الكاسية على عدة انواع والمسنعل منها يمكن لا يخالف الطلبية الماصة الكاسية الانقص
 أنبوبة المص كما في (شكل ٦٦) فينغمس جزء من جسم الطلبية والانبوبة الجانبية في مستودع الماء
 فاذا انزل المكبس خرج الهواء بواسطة الانبوبة الجانبية
 واذا ارتفع دخل الماء بواسطة الصمام الأسفل ورفع
 الماء في جسم الطلبية ناسئ عن تخلخل الهواء وميل الموائع
 الى أن تصير في خنوية واحدة في الانابيب المستطرفة
 وطلبات الحرايق من نوع الطلبات الكاسية وهي على
 العموم مركبة من طلبتين توأمتين تتصل انابيبهما بمستودع



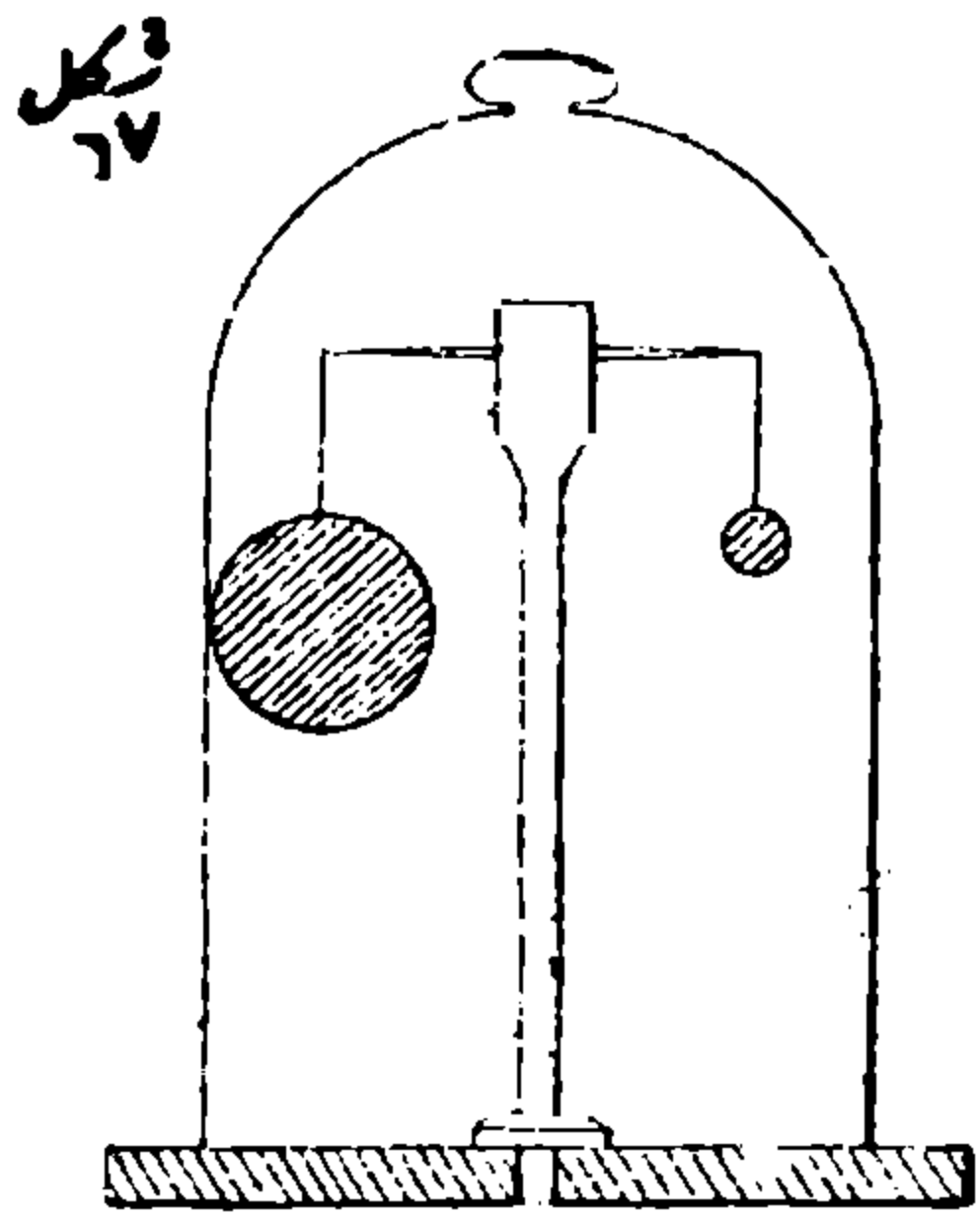
الهواء وينظر دائما المكبس ثانيا في هذا المستودع بواسطة مرونة الغاز ويرتفع في أنبوبة لينية
 مختلفة الطول وقد تكون تلك الطلبات ايضا في بعض الأحيان من نوع الطلبات الكاسية
 وقد لا يوجد في بعض الطلبات الكاسية صمام في الطرف الأسفل من جسمها بل يوجد في مكبسها
 صمام يفتح من اعلى الى أسفل ولا بد ان ينغمس جسم الطلبية المذكور بتمامه في الماء فيملأ هذا
 المائع بنفسه الاسطوانة ويرتفع في الأنبوبة الجانبية بارتفاع المستودع واذا انزل المكبس انفلتق
 صمامه وانفتح صمام الأنبوبة الجانبية وانكسر الماء ثانيا بموجب عدم تداخله ولا دخل للضغط
 الجوى في تلك الطلبية

الدرس العاشر

في موازنة الأجسام المغمورة بالغازات

يبدأ الأجسام المغمورة بالغازات يقع عليها ضغط تشبه الضغوط التي تقع عليها لو كانت في المائع
 أما الضغوط الجانبية فتتاحي وأما القوة المحصلة للضغوط الرأسية فتبين بقوة واحدة متجهة
 من أسفل الى أعلى مساوية في الشدة لتقل السائل المحذوف واقعة على مركز ثقل هذا السائل فينتج من ذلك

(٧٧)
 أنا الأجسام المغمورة بالهواء منقادة لدافعة رأسية بقرنها أثقل تلك الأجسام تتعين شروط توازنها أو تحركها
 فإذا زاد ثقل الجسم عن الدافعة سقط الجسم لكنه يفقد سقوطه جزءاً من ثقله يساوي ثقل الهواء
 المحذوف وهذا التقصير في الثقل بسبب في عدم صحة الاوزان التجارية في الهواء فلذا اهتموا بتصليح هذا
 التقصير في التجارب التي تحتاج إلى الضبط فتوصلوا إلى ذلك بضم ثقل حجم الهواء المحذوف إلى الثقل
 الذي يتصل به بواسطة الميزان والتجربة الواحدة



نظراً تأثير الهواء في الاوزان فإذا وضع تحت ناقوس الآلة
 المفرغة ميزان صغير كما في (شكل ٦٧) عوضت كفتاه بكرة
 من النحاس مختلفتين في الحجم شوهد أنه بمجرد إخراج الهواء
 يختل التوازن وترجح كفة نصف القطر الأكبر عن الكرة
 الثانية وتنتضح هذه النتيجة بكون الكرة أثقل في الحقيقة
 من الكرة الثانية لما انها توازنها مع نقص جزء عظيم من الثقل

وإذا كانت الدافعة مساوية لثقل الجسم فلا ينزل الجسم ولا يرتفع بل يبقى في توازن مادام مركز ثقله
 على رأس مركز الدافعة وحين يكون ثقل الجسم أقل من الدافعة يرتفع الجسم بقوة تساوي الفرق بين ثقله
 وثقل السائل المحذوف وهذا ما يحصل في صعود الدخان والسحب وفقاع الصابون والقباب الطيارة

في القباب الطيارة

يبدأ كثير من الغازات المرنة كالإيدروجين والهواء المتمدب بالحرق وغيرها يكون أخف من الهواء الجوي
 مع كون حجمها واحداً فعلى هذا إذا ظرف غاز من هذه الغازات في غلاف خفيف ارتفع في الجوّ إلى أن يصل
 إلى طبقة كثافتها تساوي كثافته وحينئذ يمكن بواسطة الحساب تقدير القوة التي يصعد بها
 بعد معرفة حجم الغاز وكثافته فكثافة الإيدروجين مثلاً تعادل تقريباً جزءاً من ثلاثة عشر جزءاً
 من كثافة الهواء وعليه فالقوة التي تقتضي رفعه تعادل تقريباً ١٣ أمثال القوة التي تقتضي خفضه
 فإذا كانت سعة الغلاف لثراً واحداً كان مقدار القوة الأولى ٣٣ ومقدار الثانية جزءاً من ثلاثة
 عشر منها أي ١٣ بحيث يكون الفرق بين القوتين ٤٠ وهو مقدار قوة رفعه وعليه فالجسم
 الذي قد من مركب تكون قوة رفعه ٤٠ أو ٤٠٠ أو ٤٠٠٠ والجسم الذي قد من ١٠ أمثال مركبة
 أو ٤٠ أو ٣٠٠ تكون قوة رفعه قدر القوة الأولى ١٠ مرات أو ٤٠ أو ٣٠٠ مرة

فبعض جنيد أن القوة التي يرتفع بها الغاز كافية لتحمل غلاف ثقيل في الطبقات المرتفعة في الجوائم أنها تكفي لتحمل
ورق صغير فيه صابون وما فرمعه ما يحتاجه من الآلات الخفيفة

وقاعدة القباب الطيار بسيطة جداً غير أن استعمالها كان عسيراً ولم تظهر إلا في سنة ١٧٨٤ ميسية
والفضل لمخترعها المعلم منغلغير فإنه أطلق أول مرة وهو في مدينة تسمى آنوفاي قبة كروية الشكل نصف
قطرها ١٨ قدماً وارتفعت في برهة يسيرة إلى أكثر من ٦٠٠٠ قدم وكانت هذه القبة مكونة من
غلاف من القماش مغطى بالورق وكان في جزؤها الأسفل فتحة مساحتها بعض أقدام مربعة وكانت
بالقرب من أسفلها طرف خفيف ممثلي بالأجسام القابلة للاحتراق فإذا أوقدت هذه الأجسام
جف الهواء المحيط بها وخف وارتفع بسبب خفته في القبة فترتفع القبة جنيد في طبقات الجو
ولا تقف قبل أن تصل إلى طبقة متخلخلة جداً ليكون ثقل الهواء المحذوف مساوياً لثقل الهواء المتمدد والنفث
والظرف وصنى تم الاحتراق سقطت القبة وبعد مضي بعض شهر من استكشاف المعلم منغلغير عمل
الغلاف من ورق مورثش لبصير خفيفاً وعوض الظرف بزروق وأول من تجاسر وخاطر بنفسه
على النزول في مركب سريعة العطب المعلم بيلاتر الذي هو من قرية روزبير والقباب المطلقة
بالهواء المتمدد تسمى غالباً بالأجهزة المنغلغيرية

وقد كانت القباب الأولية خطيرة بالكلية وذلك أن الغلاف كان قد يشتعل بالنار التي في الزروق
أو ينزق بتمدد الغاز الداخلي وكان يصعب ازدياد أو نقص قوة الرفع إذا ريد الصعود أو النزول حيث
كان جراح الالتهاب لا تحدث في الهواء كثافة صغيرة جداً بالنسبة لكثافته الأصلية كانت القبة لا ترتفع
إلا إلى ارتفاعات يسيرة وقد صارت الآن القباب التي يصعد فيها مجردة عن تلك العيوب فإنها
مكونة من غلاف من الخبر المورثش وتنفخ بالأيدي وجين الذي هو أخف جميع الغازات وينصف كرتها
الاعلى محاط بشبكة ضيقة العيون جداً لخيوطها تنزل تحت الكرة وتحمل الزروق وفي رأس القبة
بعض صمامات تنفلق بزنبك وتنفخ عند الحاجة بواسطة جبل واصل إلى الزروق وفي الجرب الأسفل
من القبة فتحة يدخل منها غاز الأيدي وجين

ولا ينبغي نفخ القبة بالكلية من مبدأ الأمر لأن طبقات الهواء العلوية متخلخلة فلا توازن بضغطها قوة
مرونة الأيدي وجين فإذا كانت هذه القوة ثابتة وكان حجم الغاز القابل للتمدد ممنوعاً منه تنزق الغلاف
وأما إذا ارتفعت القبة قبل أن تملأ بالكلية فإن حجم الأيدي وجين يزداد شيئاً فشيئاً حتى يوازن الضغط
الخارجي فإذا وصلت إلى طبقة كثافتها نصف كثافة ما قبلها مثلاً وقع على الغاز ضغط نصف ما كان عليه

فياخذ بنا على قاعدة المعلم مروت حجماً أكبر مما كان مرتين ومع ذلك ينتج أن ثقل الهواء المحذوف ثابت وأن قوة الرفع ثابتة كذلك ومن هنا تحدث حركة عجيبة ومتى انتفتحت القبة انتفاخاً كلياً تناقصت قوة الرفع وصارت الحركة بطيئة ومتى وصلت القبة إلى طبقة فيها ثقل الهواء المحذوف مساو لثقلها بقيت فيها متوازنة بعد جملة اهتزازات ولا ينبغي رفع القبة كثيراً بعد انتفاخها كلياً بالغاز لانه يخشى من تمزق الخلاف ولتضع هذا التمرين ينبغي أن لا تطلق الفتحة السفلية من القبة ابداً وإذا أريد رفع القبة كفى في ذلك قوة رفع قدر ٤ كيلوجرامات أو ٥ ولا ينبغي أن يعطى لها قوة ٥ أو ٦ كيلوجراماً لأن هذه الزيادة غير مفيدة وربما أضرت

وإذا أراد المسافر في الهواء أن ينزل أخرج قليلاً عن الأيدى وجين بفتح الصمام فينقص حجم القبة فيخرج هذا الغاز فيصير الهواء المحذوف أقل مما كان وتغير منقادة إلى مدافعة قليلة رأسية وتنجذب أيضاً في سقوطها بواسطة قوة ثابتة لتناقص الكثافة المحذوفة من الهواء وتزايد كثافة هذا الغاز بمعنى أنه كلما تزايدت كثافة الغاز تناقصت كمية الهواء المحذوف ويمكن أن يبطل المسافر المذكور في سرعة سقوطه وذلك بأن يسقط جنائز من الصابون التي اهتم بأخذها معه ويمكن أيضاً إذا استطاع كمية كافية أن يصعد ثانياً إذا كان المحل المراد نزوله به خطراً أو أن ينتظر رجاء شديداً يجذبه إلى محل مناسب ومعرفة الصعود أو النزول سهلة بواسطة البارومتر ويمكن أيضاً قياس الارتفاع الذي يصل إليه وذلك بأن يرصد البارومتر المذكور في أعلى محل يصعد إليه

والغالب أن يأخذ مسافر الهواء مانعة السقوط معه وهي عبارة عن قماش مستدير متسع يحمل ذورقاً صغيراً بواسطة حبال مربوطة على دائرته فتتفرد مانعة السقوط بمقاومة الهواء وتنزل ببطء بسبب مقاومة الهواء لسطحها المقعر وكانت قد اخترعت في مبدأ الأمر لحفظ مسافر الهواء الذي يتمرقق فيه في الجوّ وطال ما استعملت بدون أن يضر بها

ومبادون الناس بالأسفار الكثيرة في القباب الطيارة واهتمامهم بها إنما هو لفرض علمي فإن المعلم بيوت والمعلم غايوسا^١ معاً في مدينة باريس سنة ١٨٠٩ مسجبة إلى ارتفاع ٤٠٠٠ متر وصعد المعلم غايوساك وحده مرة أخرى حتى وصل إلى ارتفاع ٧٠٠٠ متر وكان البارومتر الذي معه يدل على ٧٦٠٤ في مبدأ الصعود وأما نهاية الصعود فكان البارومتر فيها لا يدل إلا على ٢٦٨٨ وكان الترمومتر الذي معه يدل على ٣١ تقريباً عند مبدأ الصعود ونزل عند نهايته إلى ١٠ تحت درجة الثلج الذائب وهواء تلك الطبقات العليا جاف بالكلية حتى أن الأجسام الرطبة التي تنصل

(٨٠)
إليها تنجف حالاً بواسطة التبخر ويشترق الغزال فيها كما يكون أمام النار وقد سافر المعلم غايوساك
من رصد خانة الغنوت والصنائع الكاشنة بمدينة باريس وعزم على النزول بالقرب من مدينة رومان
على بعد ٣٠ فرسخاً من مبدأ صعوده لكثرة امتنع وتقي معلقاً في الجومدة ست ساعات لا غرض طبيعية
فالحوادث الأصلية التي تخليها العلم في هاتين السخريتين تتعلق بالشدة المغناطيسية للكرة الأرضية
وبالكهربائية الجوية وتركيب الهواء ودرجة حرارة الطبقات العليا

في تحريك الغازات

في تحريكها المنتظم

يبدأ من المهم في عدة تجارب طبيعية وتطبيقات صناعية معرفة تحريك غاز بصفة منتظمة وقد
توصلوا إلى ذلك بواسطة الغاز وميترات

فالغاز وميترا البسيط كما في (شكل ٦٨) عبارة عن مستودع أ ب فيه انبوبة تحريك ويعملوه أنا المعلم

مريوت فاذا افتحت الخنفيات ع د ع ربح انظر الغاز من المستودع
بسرعة منتظمة لأن المائع لما دخل فيه شغل إيجاباً متساوية
في أزمنة متساوية ويمكن تكييف الغاز

بواسطة تحريك المائع السريع أو البطيء

فاذا كان الغاز قابلاً للذوبان في الماء حصر في مثانة مرنة نضع

في مستودع آخر فيصل الهواء المطرود بالمائع إلى هذا المستودع ويضغط
ضغطاً منتظماً على المثانة فيتحرك الغاز المحصور فيها بسرعة منتظمة

ولما الغاز وميترات المعدة لتوزيع غاز الاستصلاح فهي مؤسسة

على قاعدة أخرى ومن هذه الغاز وميترات البسيطة ما هو عبارة

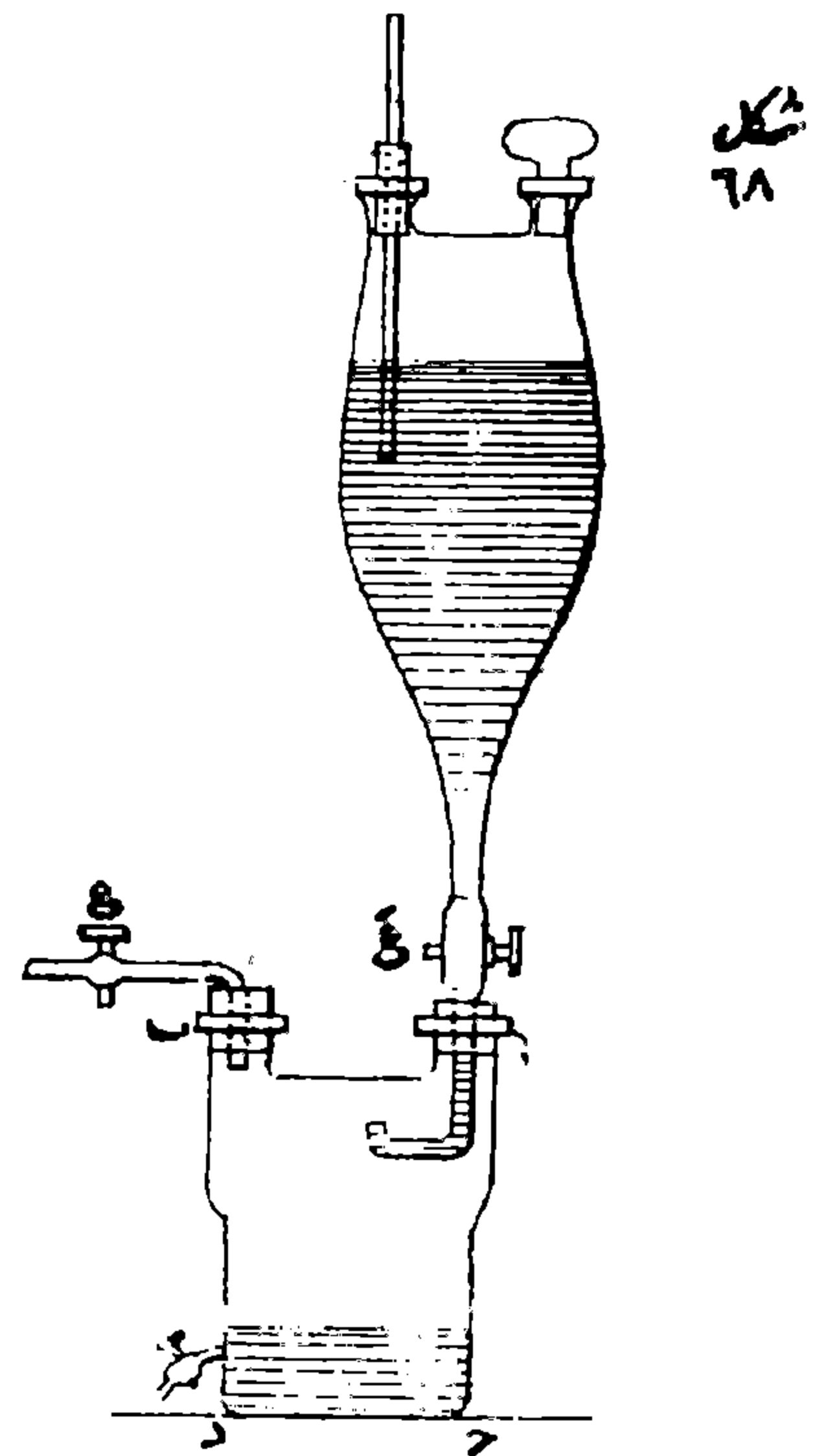
عن اسطوانة أ ب ح كما في (شكل ٦٩) متحركة من الحديد

المصغى المسمى بالصاج مفتوحة الأسفل ومغموسة في مستودع

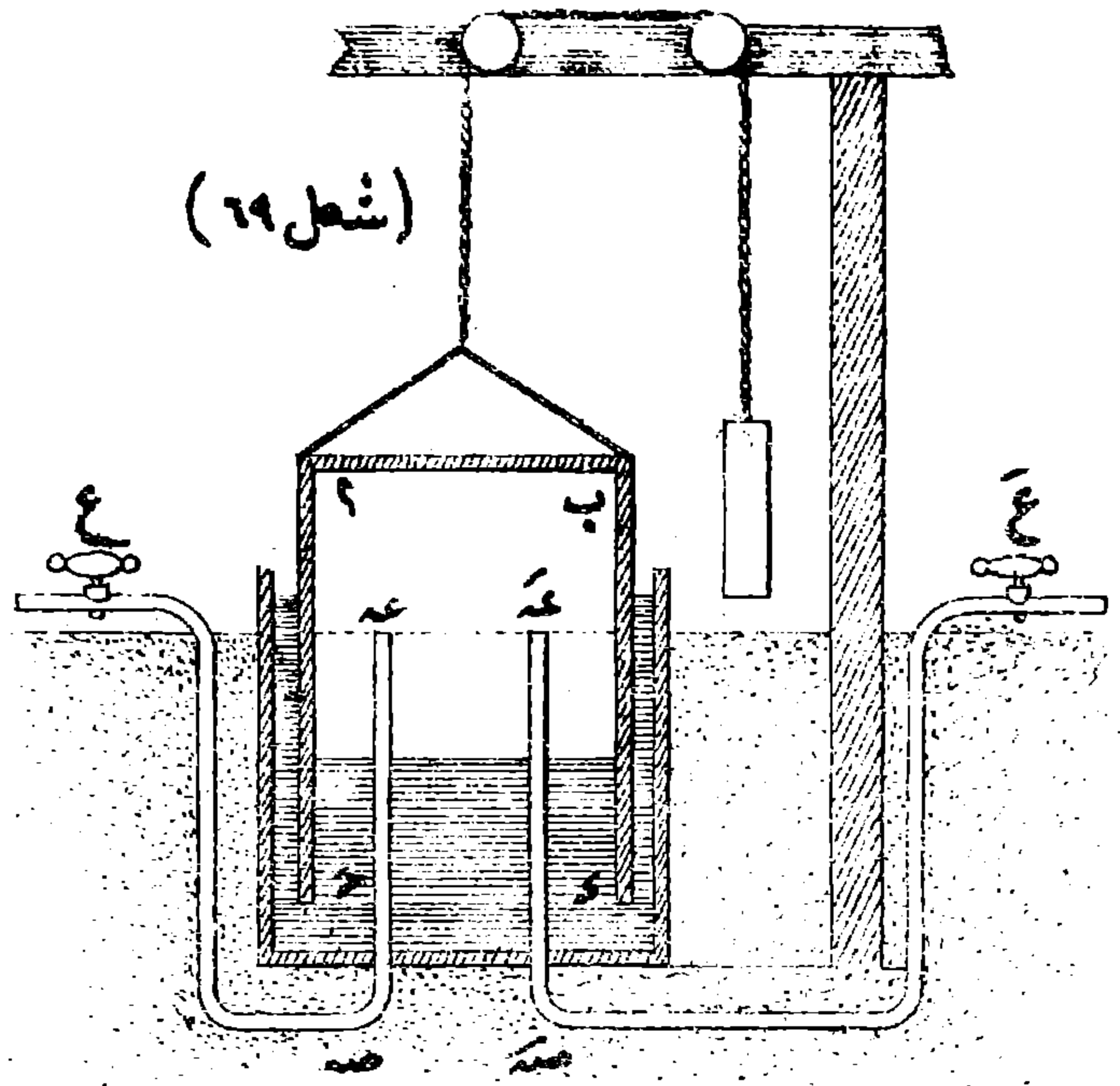
ماء ومسوكة بسلسلة تتحرك على بكرتين في طرفيها ثقل من الحديد

الزهر معدة للوزنة وفي الآلة المذكورة انبوتان س ص غه و س ص عه لكل خنفيه ميزان بحجم
الماء ووزان تسويته معدة أحدها لتوصيل الغاز في الاسطوانة والاخرى لتوزيعه عند الحاجة

فاذا اريد



فاذا اريد ملأ الغاز وميتزغس
في قاع الحوض وفتحت الحنفيتان
على رعي لاخراج الهواء ثم تسد الحنفية
على وتجعل الأنبوبة سر صه
مستطرفة لاطراف المستودعات
التي يتكون فيها الغاز قدر ترفع الاسطوانة
فوق التسوية بمجرد ان يملأها الغاز
ولاجل توزيع الغاز يسكن فتح الحنفية
على لان الاسطوانة بمنغطها على
الغاز تحدث فيه قوة تزيد عن
ضغط الجو ونقاس زيادة هذه القوة
بفرق ارتفاع ماء الحوض عن ماء الاسطوانة



ولا ينبغي ان تتجاوز القوة ه سنتيمترات أو ٦ ويشترط ان تبقى ثابتة ليستظم التحرك وهذا الشرط
مستوفى بوجه بديع وبغس الاسطوانة في الماء يضيع جزء من ثقلها فان السلسلة بتحركها على البكرة
ترفع المقام ويزيد ثقل الاسطوانة بقدر ما ضاع من ثقلها فاذا غمت الاسطوانة الى متر واحد
نقص من ثقلها مقدار ثقل مترين من السلسلة وهذا الثقل ياتوى ثقل الماء المحذوف بالجزء الاسطواني المنغور

في سرعة الغاز في المنفذ

يند ثقله وسرعة الغازات كما تقدر سرعة الموانع بواسطة نظرية المعلم نرسني كما في علم الايد روليك
ناذا فرضنا تصرف غاز الفراغ بقدر ارتفاع عموده الذي كثافة جميع طبقاته عين كثافته في المنفذ
ونقله يحدث الضغط سرعة الغاز في المنفذ تساوي سرعة سقوط جسم في الفراغ من اعلى هذا
العمود فحينئذ اذا رمزنا للارتفاع بالحرف ر وسرعة التحرك بالحرف س ولجذب الأرض بالذك
قد $8088 \text{ م} / \text{ث}^2$ بالحرف ح حدث لنا $s = \sqrt{2 \cdot 8088 \cdot h}$
ومن حيث ان ارتفاع عمود الهواء المجانس ذي الكثافة الواحدة من اعلاه الى التسوية بالمحوريساو 7906 م

فتكون سرعة هذا الغاز عند تصرفه في فراغ ٣٩٥ في الثانية الواحدة وإذا تزايد ضغط الهواء بسبب كثافته بقيت سرعته بعينه لان تناقص ارتفاع العمود يعادله تزايد الكثافة وتناقص الكثافة يعادله تزايد ارتفاع العمود

وسرعة الغازات تتغير بتغير كثافتها عند تصرفها في الفراغ فاذا كانت كثافة الغاز نصف كثافة الهواء كان ارتفاع عمود الغاز المتجانس نصف عمود الهواء المحدث للضغط بعينه واذا كانت كثافة الغاز ثلاثة أمثال كثافة الهواء كان ارتفاع عمود الغاز ثلث عمود الهواء المحدث للضغط بعينه وهكذا فحينئذ إذا رمز لكثافة الغاز منسوبة لكثافة الهواء بالحرف ك ولاحظنا ان العدد $\sqrt{7906}$ ميل من ارتفاع عمود الهواء المتجانس في جميع الضغوط حدث لجميع الغازات $\sqrt{7906} = \frac{1}{\sqrt{K}}$ وينتج من ذلك ان السرعة $\frac{1}{\sqrt{K}} = \frac{395}{\sqrt{K}}$ فتحصل سرعة الغاز عند تصرفه في الفراغ بقسمة سرعة الهواء على الجذر التربيعي لكثافة الغاز فالأبدروجين الذي هو أخف جميع الغازات يتصرف في الفراغ بسرعة أكبر مما عداه من الغازات وسرعة تقرب من ١٥٠٠ في الثانية مع أن قوة المدفع عند خروجها منه انما تكون سرعتها من ٦٠٠ الى ١٠٠٠

فاذا لم يكن التصرف في الفراغ فسرعة الغاز تتعلق بتضاغطه وبالضغط الواقع على المنفذ فتكون مساوية لسرعته في الفراغ اذا تصرف بفوق مساوية للفرق بين تضاغطه والضغط الواقع على المنفذ فالهواء مثلاً للضغط بمساوي ثقل جوين يتصرف في الهواء المعتاد بقوة يلزم لتصرفه بهذه القوة عمود مساوي نصف $\sqrt{7906}$ وحينئذ تكون سرعته $\sqrt{79}$ في الثانية الواحدة ثم ان عرق السائل من الغازات ينقبض كما ينقبض عرق السائل من الموائع ويأخذ هذا الانقباض في الغاز اذا صحبه دخان ويتضح بالفرق بين النتائج النظرية ونتائج التجربة والتصرف في العمل ان التصرف في النظر والوصول كيف التصرف ايضا والوصلة المخروطية تقريبا تزايد التصرف بمقدار نسبة

التصرف يتغير بتغير كثافته المتعادلة

١٤٥ الى ١٠٠

في التأثير الناشئ عن التصرف

بند السائل المرنة المتوازنة في الأواني تضغط على الجدران مضغوطا متساويا فاذا تحركت وقع منها ضغط على قطع المنفذ وحيث أن قوى الضغط متعادلة تعادلا كليا تجذب بالآنية الى اتجاه مضاد لاتجاه التحرك يظهر لك هذا بالبارومتر الغازي وهو كما في شكل (٧١) جهاز صغير كالبارومتر لا يمكن

يمكن وضعه في خنيفة متانقوا دأته بالاختيار على محوره فيد ونجرد طرد الهواء من المثانة وبهذا التأثر

تتضح قهقرة الاسلحة النارية وصعود السوانج

وجميع حركات آلات الطبيعة

بند اذا تصرف غاز محصور من منفذ قطره ستمتر

أو ستميزات نشأ عنه حادثة شهيون شوهدت

اول مرة في كيران مدينة فورثا بنولط وذلك

انه كان على منفذ احد هافرص من الخشب ومن

معدن بند فع اولاً ثم ينجذب ثم بند فع اي انه كايهترامام الجدار ويلتصق به حين تحرك الغاز

وتوضح هذه الحادثة أن يقال ان القرص اذا كان قريباً من المنفذ لكي يملأ الغاز المسافة التي بين

وجه هذا القرص و سطح المنفذ يكون وجها القرص منقادين لقوتين متساويتين فالوجه

المتدبر الذي يلي المنفذ ينضغط بمرونة الغاز والوجه الآخر ينضغط بالهواء الجوي لكن

الضغط الجوي ثابت ويقتضي تقرب القرص وضغط الغاز متغير بتغير نمده ويقتضي ببعده

فاذا مس القرص المنفذ او كاد أن يمس ووقع عليه من الغاز ضغط ارجح اندفع القرص فاذا بعد

انتشر الغاز وتناقصت مرونته فيصير ضغطه اقل من ضغط الجو وحينئذ يندفع القرص جهة

المنفذ ثم لا يزال يتردد هكذا

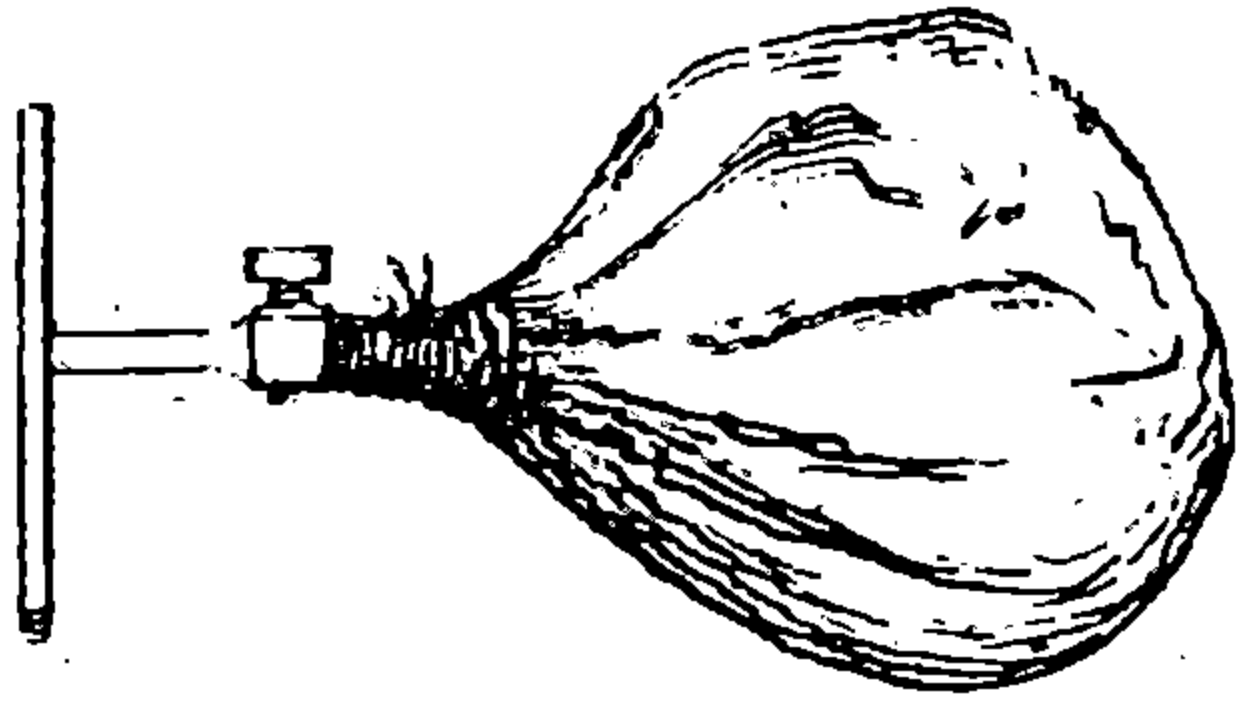
ويمكن تحصيل هذه الحادثة بان يجعل للمنفخ المعتاد سداً اوسع من فتحة وان يوضع على ظاهر

هذه الفتحة قرص من مقوى الخشب بقوة التصاق القرص على الفتحة واهتزجولة اهتزازات

قليلة الاستداد بدل ان ينقذ في تيار الهواء ومن المفيد في التجربة أن يوضع بعض مسامير عمودية لمنع

الاهتزازات الجانبية التي تنقطع القرص بعيداً عن الفتحة

شكل



(١٨٤)
الباب الخامس
الدرس الثاني عشر

في الاكوستيك رأى في السما

في تولد الصوت وفي انتشاره وفي انعكاسه

في موضوع الاكوستيك

يسند الغرض من الاكوستيك معرفة الصوت واهتزازات الاجسام المرنة
علم الموسيقى انما يبحث فيه عن الاصوات بالنظر للاحاساس والملاذ البشرية المطلوبة
واما الاكوستيك فانما يبحث فيه عن خواص الأصوات ويقطع النظر عن تلك الاحساسات

في الصوت وفي الفرقعة

يسند الصوت حادثة مخصوصة تحصل في السامعة من الحركة الالهتزازية للاجسام
باتقال هذه الحركة اليها بوسط مادي

ولبت جميع الاصوات واحدة بل متميزة تميزاً كلياً بحيث يمكن مغايرتها ببعضها وتعيين
مقاديرها النسبية

ولندكر هنا الفرق بين الصوت والفرقة فنقول ان الصوت الحقيقي او صوت الموسيقى
عبارة عن حادثة مستمرة يمكن تقويم مقدارها الموسيقي بخلاف الفرقعة فانها حادثة
ذات مدة قصيرة لا يمكن تقويم مقدارها وذلك كفرقة المدفع

والأولى ان يقال ان الفرقعة مخلوط مركب من عدة حوادث غير متطابقة كفرقة انتشار الصاعقة

وتلاطم الامواج ومع ذلك فالفرق بين الصوت والفرقة غير ظاهر فان الاسماع الحادة يمكنها

ان تعين المقدار الموسيقي للفرقة الناشئة عن عربة جارية على البحر النحت

في الصوت

الهم

على

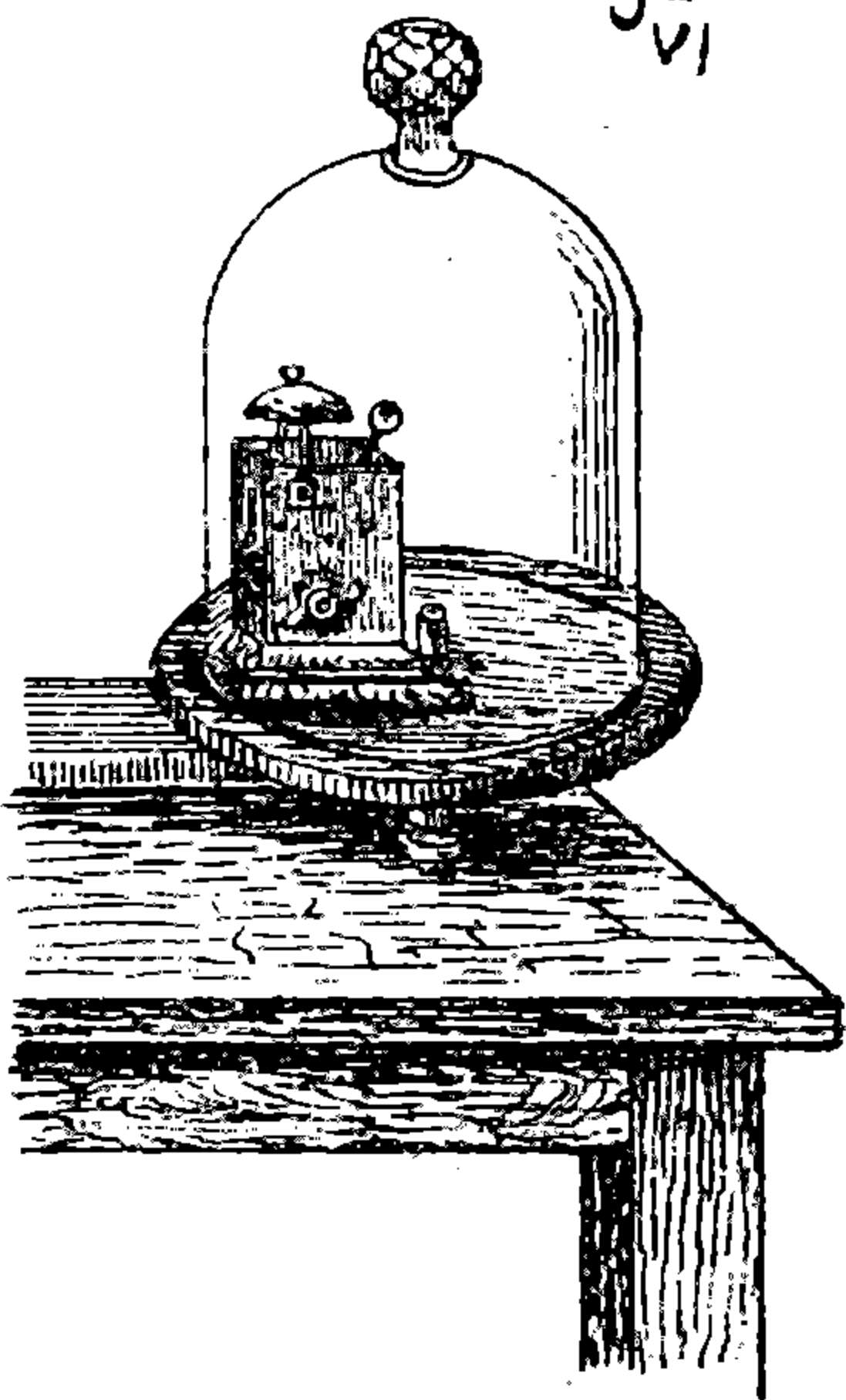
في سبب الصوت

٦٧ ينشأ الصوت بنج دائم من اهتزازات سريعة في عناصر الأجسام المرنة أي اضطرابات تحدث فيها حالة توازنها بضموم أو احتكاك قميل جنيذ إلى أن تعود إلى وضعها الأول لكننا لا ترجع إليه إلا بعد أن تحدث حوله جملة حركات اهتزازية مترددة سريعة جداً تتناقص سعتها بسرعة والجسم الرنان هو الذي يتولد عنه صوت والاهتزاز البسيط حركة ذهاب العناصر الاهتزازية أو أياها والاهتزاز المركب حركة ذهاب العناصر وأياها معاً ويسهل تمييز الاهتزازات بواسطة التجربة فأنك إذا سقطت رملًا جافاً دقيقا على جسم قابل للاضطراب ثم أحدثنا فيه حركة اضطرابية تحرك هذا الرمل بسرعة وما ذاك إلا من اهتزازات عناصر الجسم وإذا قبضنا على وتر موتر ليس بالهول جداً وتركناه ظهرت فيه اهتزازات

في عدم انتشار الصوت في الفراغ

٦٨ ينشأ اهتزازات الأجسام المرنة لا يدركه الصوت الناشئ عنها إلا بوسط مادي كإين بين السامعة والجسم الرنان ومهتز باهتزاز وهذا الوسط هو الهواء وعذوه من الغازات والابخرة والموايع والأجسام الجامدة فأنها كلها تحمل الصوت أيضاً والدليل على أنه لا بد من وجود الوسط المادي في انتشار الصوت

التجربة وهي أن يوضع تحت ناقوس الآلة المفرغة طاسة معدنية كحافى (شكل ١١١) يطرق عليها طرقاً مستمراً بطريقة صغيرة تحرك حركة كحركة الساعات الدقاقة فنادام الناقوس ممتلئاً هو في ضغط مقاد سمع صوت رنة الطاسة بوجه ظاهر وكما فرغ الهواء تناقصت شدة الصوت شيئاً فشيئاً حتى يصير غير مدرك



بتمام التفريغ وحينئذ لا ينتشر الصوت في الفراغ ولاجل أن تصح التجربة يجب أن يوضع جهاز الطرق على مسند من كوسادة من قطن لاجل أن القطع المعدنية التي ترتكب منها هذه الآلة لا تنقل الصوت إلى سطح الآلة المفرغة ومنه

إلى الهواء

ويمكن إجراء هذه التجربة اجزاً بسيطاً بواسطة قبة من زجاج ذات حنفية فيها جرس صغير معلق في خيط فإذا تحركت القبة وهي ممتلئة من الهواء سمع الجرس وبعد تفريغ الهواء الموجود فيها بواسطة الآلة المفرغة لا يسمع شيء أبداً

في انتشار الصوت في جميع اتجاهات الممرات

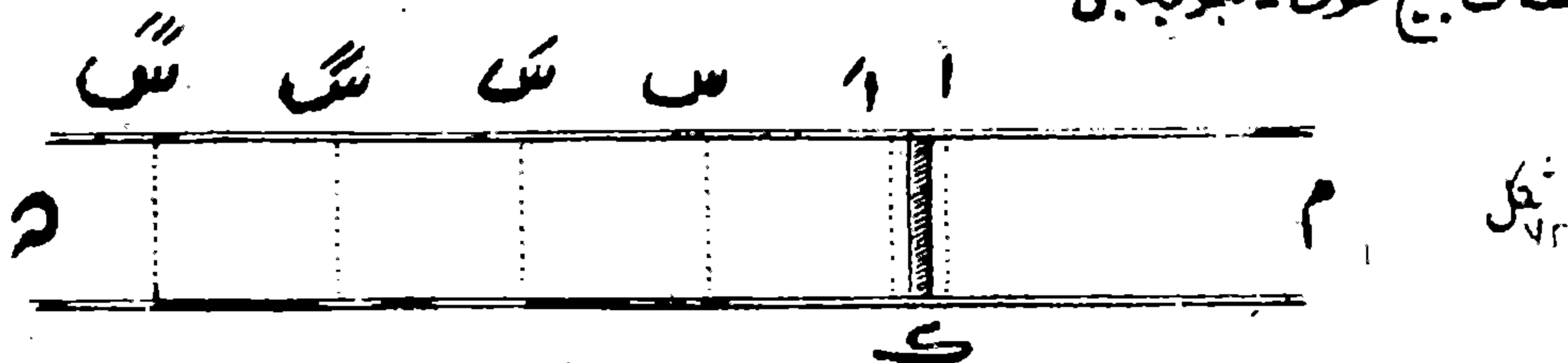
٦٩ سيد إذا أدخلنا بعد عمل الفراغ في التجريبتين المتقدمتين غازاً ما أو بخاراً في المستوع أو في القبة سمعنا صوت الجرس والطاسة سماعاً جيداً وهذا يدل على أن الصوت ينتشر في الغازات وفي الأبخرة كما ينتشر في الهواء

وينتشر الصوت أيضاً في الموائع فإنه إذا امتص آدم جسمان في الماء سمع تصادمهما وأيضاً العظام الذي في قرار الماء يمكنه أن يسمع ما يقال على الشاطئ إذا لم يكن الماء عميقاً

وأما الأجسام فإن توصيلها ^{بالصوت} أشبه بدوي فإن لحية الريشة مثلاً إذا مست طرف قطعة من الخشب سمع الإنسان صوت احتكاكها من الطرف الآخر إذا لم يكن الطرف بعيداً عن الآخر جداً فحسب تكونت قطعة الخشب من الموصلات ومن الموصلات للصوت أيضاً الأرض فأنك إذا وضعت الأذن عليها تسمع الهادمي سمعت صوت وقع أقدام الخيل ودويهاً آخر على البعاد عظيمة

في كيفية انتشار الصوت في الهواء

يبدأ لأجل انقضاء نظري انتشار الصوت فغير محالة انتشاره في أنبوبة اسطوانية غير محدودة فنقول
ليكن من كحافي (شكل ٧٢) أنبوبة ممتلئة من هواء ذي ضغط ثابت ودرجة حرارة كذلك
وفي هذه الأنبوبة مكبس له يتحرك بسرعة عظيمة من أ إلى ب وبالعكس فإذا مر هذا المكبس من أ إلى ب ضغط الهواء الموجود في الأنبوبة ومن حيث أن هذا السائل يقبل انضغاطاً عظيماً
لا يحصل التكاثف في جميع طول الأنبوبة بل



في الجزء $أ س$ من طولها ويسمى ما تكاثف في هذا الجزء بالموجة المتكاثفة
ولست جميع أجزاء الموجة المتكاثفة متساوية في الكثافة ولا في السرعة لأن المكبس في حركة ذهابه
وايابه يتحرك بسرعة متغيرة وذلك أن سرعته المقدمة في $أ$ ^{بالتي} تزايد إلى وسط مجراه ثم تنقص
إلى النقطة $أ$ فتقدم فيها ثانياً ومن هنا تنبع في الموجة $أ س$ كثافات الهواء وسرعته المتغيرة
بتغير سرعة المكبس أما سرعة الهواء في النقطة $أ$ التي فيها المكبس ساكن فالحا فتقدم ويعود
هذا السائل إلى كثافته الأصلية وأما سرعته وكثافته في النقطة $س$ التي تنتهى إليها الموجة
فإنهما تكونان عینى السرعة والكثافة الكائنتين في النقطة $أ$ غير أن هذه المقادير تزايد في
النقطة المتوسطة من ابتدء النقطة $أ$ إلى القطع المتوسط للموجة $أ س$ ثم تنقص بعد
ذلك إلى النقطة $س$

فإذا تصورنا أن الأنبوبة $س ن$ مقسومة إلى أطوال كل منها مساوٍ للطول $أ س$ ومنقسماً إلى
طبقات موازية للمكبس فلهذا بحساب أن الوقت الذي تسكن فيه الطبقة الأولى من الموجة $أ س$
تبتدأ فيه الطبقة الأولى من الجزء $س ن$ بالتحرك ثم إذا سكنت الطبقة الثانية من الموجة $أ س$
وصلت الحركة للطبقة الثانية من الجزء $س ن$ ولا تزال تستقل الحركة من طبقة إلى أخرى في الأجزاء
 $س ن ر س س$ وهم جراحين إذ تقدم الموجة المتكاثفة في الأنبوبة بحيث أن كلًا من أجزائها
يمر على التوالي بدرجات واحدة من السرعة والكثافة

ثم إذا رجع المكبس في الاتجاه $أ$ حدث خلفه فراغ تنتشر فيه طبقة الهواء المحاسة للوجه الكثافي
للمكبس فإذا انتشرت الطبقة التالية لها رجعت الأولى إلى حاله كثافتها الأصلية وهكذا من
طبقة إلى طبقة بحيث إذا رجع المكبس إلى $أ$ حدثت موجة متخلخلة متخلخلة الطول مع الموجة المتكاثفة
وتابعة لها على التعاقب في الأنبوبة الأسطوانية التي تنتشران فيها معاً لأن سرعة الطبقات المتناظرة
في كل من الموجتين متساوية ومتضادة

وينشأ عن مجموع الموجة المتكاثفة والموجة المتخلخلة توج واحد يشمل على جزء عمود الهواء المكيف
بذهاب المكبس وإيابه وطول التوج أو عرض الموجة هو المسافة التي يقطعها الصوت في مدة الاهتزاز
النام للجسم المحدث لهذا الصوت

ولا صعوبة في الانتقال من نظرية حركة الموج الصوتية في أسطوانة إلى نظرية حركته في وسط غير

غير محصور من جميع الجهات بان يطبق ما ذكرناه في المكبس المتحرك في انبوبة على كل عنصر من الأجسام المهتزة
فيتصور انه يحدث حول كل مركز من مراكز الاهتزاز حيلة من الموج الكروية المتكاثفة والمتخلخل على التعاقب
وحيث ان الموج المذكور واقع بين سطحين كرويين متحدى المركز يتزايد نصف قطرهما بالتدريج مع ان
عزم الموج يبقى واحداً فحسبه يزيد مجرى تباعده عن مركز الاهتزاز ومن هنا ينتج ان السرعة الواقعة
على العناصر تضعف بالتدريج وان شدة الصوت تتناقص

وهذا الموج الكروى يتكاثف ويتخلخل على التعاقب فبواسطة انتقال الصوت فاذا اضطربت على نقط
في وقت واحد حدث حول كل منها حيلة موجات متشابهة للحيلة السابقة عليها وهذا الموج ينتقل
بعضه وسط بعض بدون تكليف طوله وسرعة فتارة تتراكم حيلة من الموج المتكاثف المنتشر
على حيلة اخرى من جنسه وتنطبق عليها بحيث يحدث عنهما نتيجة مساوية لمجموع الحيلتين وتارة
تقابلان معاً فتحدث عنهما نتيجة مساوية لفاضلهما ويكفى في بيان اتحاد وجود الموجات معاً
ما يقع من رمى حصوات على سطح ما راكد في عدة نقط منه

في الأسباب المفسرة لشدة الصوت

يحدد قوة الصوت واشدته تكيف بعدة اسباب هي بعد الجسم الرنان عن السامعة وسعة اهتزازاته
وكثافة الهواء في المحل الذي يحدث فيه الصوت واتجاه تيار الهواء ومجاورة اجسام اخرى رنانة
فاما شدة الصوت بالنسبة لبعدها الجسم الرنان عن السامعة فانها مناسبة لعكس مربع بعد الجسم
الرنان عن السامعة وهذا القانون الذي يبرهن عليه بواسطة الحساب ناشئ عن كيفية انتشار
الموج الصوتى وحيث ان شدة اهتزازات الهواء في كل موجة كروية في نسبة عكسية لطريق نصف قطر
المكورات اعنى طريق البعد عن مركز دوائر الاضطراب تكون شدة الصوت كذلك اى مناسبة لعكس
مربع البعد المذكور واما شدة الصوت بالنسبة لسعة الاهتزازات فاهنا تزيد بزيادة سعة
اهتزازات الجسم الرنان وبناء على ذلك تزيد بزيادة سرعة اهتزاز الموج وتحقيق الارتباط بين
شدة الصوت وسعة الاهتزازات يسهل بواسطة اوتار اهتزازية فانه اذا تناقصت سعة
الاهتزازات ضعفت الصوت

واما شدة الصوت بالنسبة لكثافة الهواء في المحل الذي يحدث فيه فانها متعلقة بها وذلك انا اذا

على

اذا وضعنا تحت ناقوس الآلة المفرغة جهازاً دافقاً يتحرك بحركة تشبه حركة الساعات الدقاقة سمعنا تناقص شدة الصوت بمجرد تخلخل الهواء

فان الأيدروجين مثلاً الذي كثافته اقل من كثافة الهواء بقدر ١٤ مرة تقريباً شدة الأصوات فيه اضعف منها في الهواء بكثير مع ان الضغط واحد بخلاف حمض الكربونيك الذي كثافته اكثر من كثافة الهواء بقدر ١٥٠٠ فان شدة الأصوات ^{فيه} اكثر من شدتها في الهواء ^{حيث} ان الهواء على الجبال الشاغرة يتخلخل جداً لان تكلم الانسان بصوت قوى حتى يسمع ولا ينشأ هنالك عن فرقة سلاح النار الا صوت ضعيف

و بتطبيق الحسابات على انتشار الصوت في جو مركب من طبقات مختلفة الكثافة ظهر للمعلم بواسون ان شدة الصوت في المسافة الواحدة تتعلق بكثافة الهواء في المحل الذي يتولد فيه الصوت اعني ان الانسان الكائناً في قبة بعيدة عن الأرض يسمع القرقة الحادثة على سطح الأرض شدة تكون عين الشدة التي تحدث لو كان هو على الأرض وكان بعده عن محل القرقة المذكورة يساوي البعد السابق كما ان القرقة المتولدة في القبة يسمعها الناس على سطح الأرض بشدة عين الشدة التي تحدث لو كان الناس في عين الطبقة الجوفية المذكورة التي فيها القبة الطيارة على بعد مساوٍ وبعد القبة المذكورة عن الأرض واما شدة الصوت بالنسبة لاتجاه الهواء فالها تكيف باتجاه الرياح وذلك ان انتشار الصوت دائماً في وقت الهدوء اى سكون الريح اشد انتظاماً من انتشاره في وقت هبوبه وان شدة الصوت على البعد الواحد في اتجاه الريح اعظم منها في غير اتجاهه

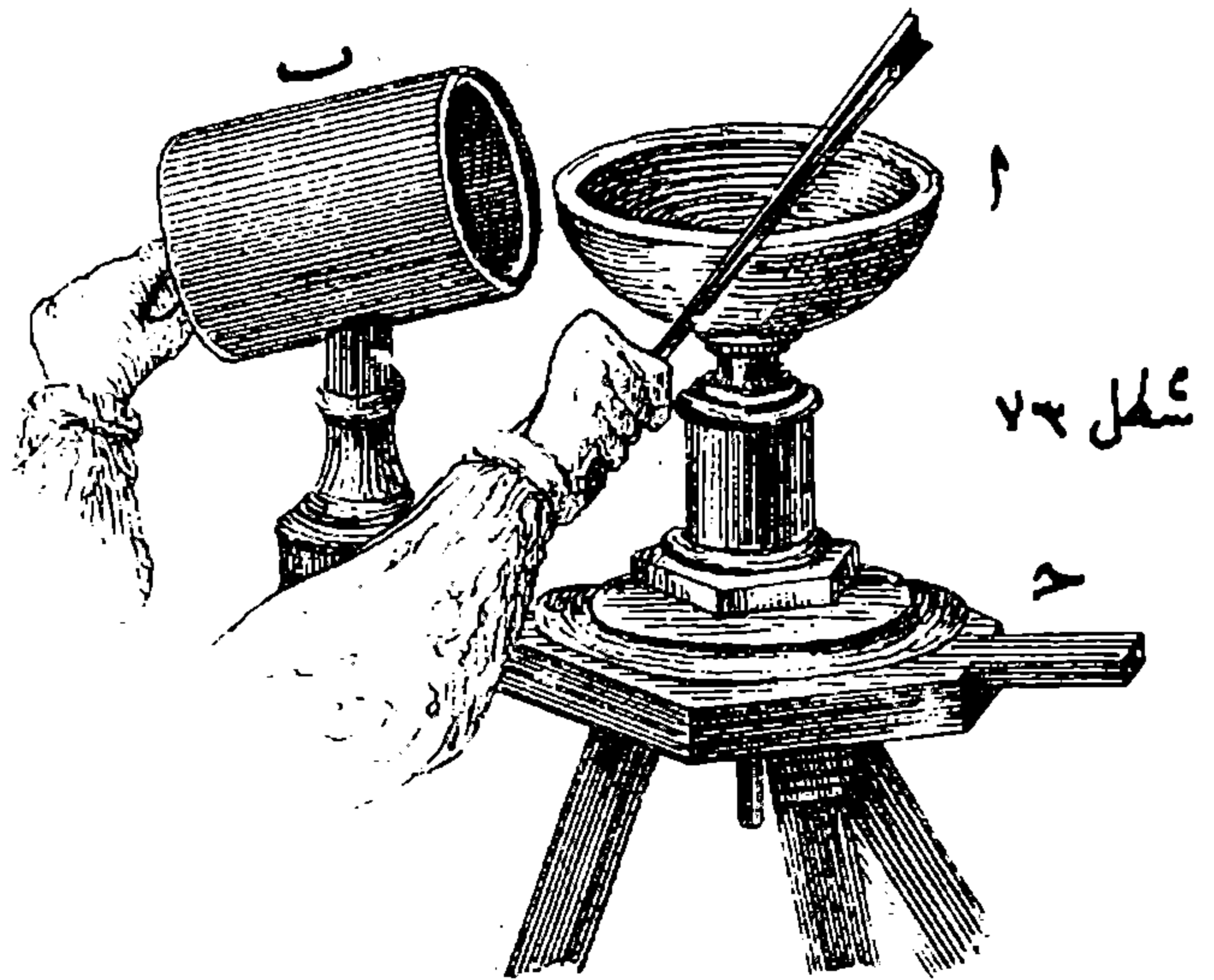
واما شدة الصوت بالنسبة لجوارته لجسم رنان فانها تقوى وتزيد وذلك ان وتر الآلة الموترقة الهواء المطلق لا يحدث الا صوتاً ضعيفاً اذا صار اهتزازة بعيداً عن كل جسم رنان واما الوتر الموتر فوق صندوق رنان كما في القيثارة (وهي آلة ذات خمسة اوتار) والباس اى الكمنجة الغليظة فانه يحدث عنده صوت اجش اى غليظ ذو شدة وهذا ناشئ عن كون الصندوق والهواء المحصور فيه يهتزان مع الوتر وعلى هذا سس استعمال الصناديق الرنانة في الآلات ذات الأوتار

في بحسب المعبرين تقوية الصوت

هيند ولاجل بيان تاثير الصناديق المنطية من الهواء في تقوية الصوت انشأ المعلم ساويرت

كما في (شكل ٧٣) جهاز لذلك وهو آتاه على هيئة نصف كرة متخذ من الخحاس يهتز بواسطة قوس قوي التوتر وبالقرب منه اسطوانة مجوفة ب مصنوعة من المعوى مفتوحة الطرف الداخل ومسدودة الآخر تدور على حاملها بالارادة بواسطة مقبض وهذا الحال مثبت على قطعة حـ تتزلق بدون عائق في حل الجهاز وبها يمكن تبعيد الاسطوانة ب مع الارادة عند الاناء ا فاذا وضع الجهاز كما هو مبين في الشكل وهز قوت الأصوات الحادثة عنه واستدارت بكيفية بحيث لا يمكن

تصويرها الا بسماعها غير ان الصوت يكاد ان يفقد جميع شدته اذا دورت الاسطوانة ويضعف بالتدريج اذا اُخرت وهذا يبين ان تقوية الصوت ناشئة عن اهتزازات الهواء المحصور في الاسطوانة



ولا بد ان تكون الاسطوانة ب ذات عمق محدود في هذا الجهاز لاجل ان يهتز الهواء المحصور فيها باهتزاز آتاه الخحاس فان لم تكن كذلك اهتز الأنا وحده وقد ذكر المعلم وتردو ان القدماء كانوا يصنعون على التيارات اولى رنانة لأجل تقوية صوت اللاعبين

في تأثير الانابيب في شدة الصوت

٧٣ ينسب القانون الذي قيل فيه ان شدة الصوت مناسبة لعكس مربع البعد لا ينطبق على الأصوات المنقولة بواسطة الانابيب سيما اذا كانت اسطوانية مقعدة فان الموج الصوتي لا ينتشر حيث يذ على شكل كرات متحدة المركز متزايدة ويمكن ان ينتقل الصوت الى بعد عظيم بدون ان يتغير تغيراً ظاهراً فقد حقق المعلم بيوت ان الصوت في انبوبة من انابيب توصيل المياه بمدينة باريس طولها ٩٥١ مترًا قد مقداراً قليلاً لاجد من شدته وان الحادثة من احد طرفي هذه الانبوبة الى الطرف

الأخر ممكنة بصوت منخفض لكن إذا كانت اقطار الانابيب كبيرة او كانت جدرانها ذات اعوجاج
ظهر ضعف الصوت فيها وهذا مشاهد في الكهوف والفجارات واللغوم والماشى الطويلة ذات التعارج
ونحوها

وقايدة نقل الأصوات بالانابيب من محل الى اخر ظهرت أولاً في انكلترة فان انابيب التكليم كانت
معدة فيها لنقل الأوامر في المضاييف والعمارات الكبيرة وهي انابيب متخذة من صمغ مرمر
قطرها صغير تمر بالحيطان من اودة الى اخرى فاذا تكلم الانسان بصوت مرتفع ارتفعاً قليلاً
واضعاً فله على احد الطرفين سمع من الطرف الآخر كلامه متميزاً ظاهراً

وقد تبين من تجارب المعلم بيوت انه يمكن بها نقل الصوت من مدينة الى اخرى وحيث ان
متوسط سرعة الصوت في الثانية الواحدة ٣٣٧ ميترًا فانه يقطع مسافة ٤٠ فرسخاً
من الفراخ التي قدر كل منها ٤٠٠٠ متر في مدة اربع دقائق

الدرس الثالث عشر

في سرعة الصوت في الغازات

٧٤ سيد حيث ان انتشار الموج الصوتي متعاقب لا ينتقل الصوت من محل الى اخر الا في مدة اما طويلة
واما قصيرة كما تبين من كثير من الحوادث فان فرقعة الصاعقة مثلاً لا تسمع الا بعد ظهور
البرق منع ان الفرقعة والبرق انما يجداً ثانياً في السحاب معاً

وقد علمت تجارب كثيرة لتبين سرعة الصوت في الهواء اي المسافة التي يقطعها في الثانية
الواحدة وآخر تجربة كانت في فصل الصيف سنة ١٨٤٤ مدة الليل عليها اعضاً جمعية الأطوال
وذلك انهم اتخبوا محلين مرتفعين احدهما في ويلجوف والثاني في منتيري بالقرب من

باريس وجعلوا مرصدين فكان يسب في كل عشر دقائق مدفع من كل مرصد فاما المرصد
الكايون مرصد ويلجوف فانهم سمعوا الشنتى عشرة تسببة الحاملة في منتيري
واما المرصدون الكايون مرصد منتيري فلم يسمعوا الا سبع تسيبات من الشنتى عشرة
تسيبة الحاملة في ويلجوف وذلك لان اتجاه الريح كان مضاداً

وكان راصدو كل مرصد يكتبون بواسطة الكرونومتر (اي الساعة البحرية) المدة التي بين

لعان النار وسماع الصوت وهي عين المدة التي استغرقها الصوت في انتقاله من مرصد إلى آخر ومن حيث أن المسافة بين المرصدين لا تبلغ إلا ١٨٦١٢,٥٢ متراً وإن الضوء يقطع هذه المسافة في زمن لا يمكن تقديره كما هو مقرر في فن الأبعاد تكون المدة المتوسطة لانتشار الصوت من مرصد إلى آخر ٤,٦ ثانية فإذا قسمنا المسافة الكائنة بين المرصدين على هذا العدد تكون سرعة الصوت في الثانية الواحدة ٤٠,٨٩ في ١٦ مئينة من الحرارة وهي درجة حرارة الجوى وقت التجربة وسرعة الصوت في الهواء تتناقص بتناقص درجة الحرارة فإنها في ١٠ لا تبلغ إلا ٣٧,٢ وفي ٥ لا تبلغ إلا ٣٣,٣ غير أنها في درجة واحدة من الحرارة لا تكون مرتبطة بكثافة الهواء ولا بالضغط فتكون السرعة المذكورة في الدرجة الواحدة من الحرارة واحدة لجميع الأصوات سواء كانت هذه الأصوات قريبة أو ضعيفة غليظة أو حادة وقد أثبت العلم بيوت التجارب المتقدم المتعلقة بتوصيل الأنايب أنه إذا نطح الإنسان في منهار مركب في طرف أبوية من حديد الزهر طولها ٩٥١ متراً حفظ الصوت مقداره في الطرف الثاني وهذا يدل على أن الأصوات المختلفة تنتشر بسرعات متساوية

وسرعة الصوت تختلف باختلاف الغازات ولو تساوت درجة الحرارة فقد وجد العلم دولنج بواسطة الحساب أن سرعة زئابة الأبوية الواحدة من الارغن في غازات مختلفة غير متساوية في درجة ٥ كما يظهر لك من هذا الجدول

حمض الكربونيك	.....	١٦,٤	متراً
أكسجين	.....	١٧,٢	متراً
هواء	.....	٣٣,٣	متراً
أكسيد الكربون	.....	٣٣,٧	متراً
أيدروجين	.....	١٢,٦٩	متراً

في سرعة الصوت في الجوامد وفي الموائع

٧٥ سرعة الصوت في الموائع أعظم من سرعته في الهواء بكثير فقد وجد كل من المعلمين كلايرون و ستوروم بواسطة التجارب سنة ١٨٢٧ أنه مسحية على بحيرة جنوة أن سرعة الصوت

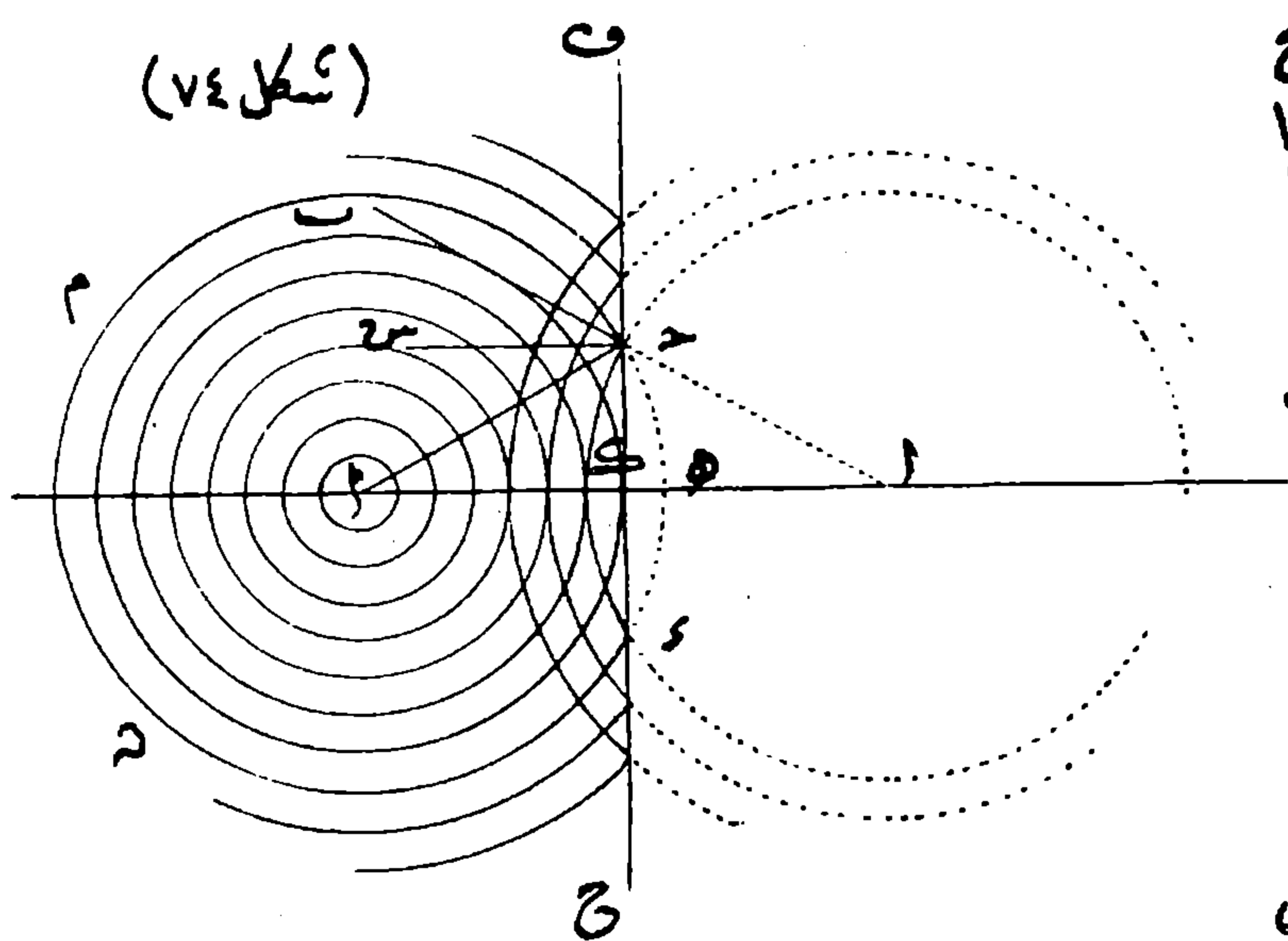
الصوت في الماء بلغت ١٤٣٥ مترًا وهذا يزيد عن أربعة أمثال سرعته في الهواء
وأما سرعته في الجرم فأنها تزيد أيضًا عن سرعته في الهواء فقد وجد المعلم بيوت بحجربة
الأنابيب المتخذة من حديد الزهر المعدة لتوصيل المياه أن الصوت ينتشر في حديد الزهر قد انتشره
في الهواء ١٠٠٥ مرات وقد عيّن كل من المعلم كلا دني والمعلم ساوورت والمعلم ماسون والمعلم
ورثيم سرعة الصوت فيما عدى حديد الزهر من الجرم بوجه نظري وذلك بالبناء ما على عدد
الأهتزازات الطولية والعرضية للأجسام أو على مكر مرورها فوجدوا أن سرعة الصوت
في الأخشاب تزيد عن سرعته في الهواء من ١٠ مرات $\frac{1}{4}$ إلى ١٦ مرة وأن سرعته في المعادن
تزيد عن سرعته في الهواء من ١٠ مرات إلى ١٦ مرة

فی انعکاس الصوت

٧٦
 يد متى لم يعارض الموج الصوتي معارضاً تنتشر على صورة كرات متحدة المركز اما اذا عارضه معارضاً
 فانه يتبع القانون العام للأجسام المرنة فيرتد الى عكس اتجاهه ارتداداً يحدث عنه موج
 جديد متحد المركز كان مركزه في الجهة الأخرى من المعارض وهذا ما يعبّر عنه بالموج المنعكس
 ويان هذا الانعكاس كما في (شكل ٧٤) انه اذا جعل قح هو المعارض العاكس كان موج د ن
 عبارة عن موجة صوتية مركز اهتزاتها في النقطة ا وكان ه ك د جزء من الموجة
 المنعكس بواسطة المعارض وحيث ان الخط ا ا عمود على السطح العاكس ومنقسم الى قسمين

متساويين بواسطة هذا السطح
تكون النقطة ١ مركزاً تقديرياً
للموج المنعكس

فاذا جعل ا ح رمزاً للاتجاه
الذي تتبعه نقطة مامن
المريجة مر د ن وقت
انتشارها و ح س رمزاً
للمعود الواقع على السطح العاكس



سميت الزاوية أحس بزاوية السقوط والزاوية بحس المتكونة عن الأمتداد α بزاوية الانعكاس

إذا علمت ذلك فاعلم أن انعكاس الصوت منقاد للقانونين الجارين بعينهما في مجيء كل من الحرارة والضوء ولذا ذكرهما فقول —

القانون الأول أن زاوية الانعكاس تساوي زاوية السقوط
الثاني أن زاوية الانعكاس وزاوية السقوط لا بد وأن يكونا في مستوي واحد عمود على السطح العاكس
وهذان القانونان وإن ثبتا بالتجربة في مجيء الحرارة والضوء لا يمكن اثباتهما في الصوت بالتجربة وبمقتضى القانونين المذكورين يتجه الصوت الذي كان منتشرًا في الشكل المتقدم على الاتجاه α في الاتجاه β بعد الانعكاس بحيث أن الراصد الطائر في β يسمع زيادة عن الصوت المبتدئ من النقطة α صوتًا ثانيًا يظهر له أنه صادر من النقطة α

في الصدى وفي السرنة

يصد الصدى رد الصوت في الهواء بواسطة الفعاسه من بعض المعارضات ولما حصله يجب أن يكون الصوت منعكسًا إلى اتجاه الراصد وأن يكون المعارض العاكس على بعد ١٧ مترًا أقل ما هناك ولا يمكن تمييز صوت عن آخر قبل مضي عشر ثمانية من الصوت الأول وحيث أن سرعة الصوت ٣٤٠ مترًا في الثانية يعلم من ذلك أن الصوت يقطع ٣٤ مترًا في عشر الثانية فعلى هذا إذا كان المعارض العاكس على بعد ١٧ مترًا أقل ما هناك فالصوت يقطع في ذهابه إلى المعارض وارتداده ٣٤ مترًا بال أقل ويكون الزمن الماضى بين الصوت الأصلي والصوت المنعكس عشر ثمانية بال أقل حينئذ لا يختلط الصوتان ببعضهما ويصدر الصوت المنعكس مسموعًا سمعًا واضحًا

وحيث أنه يلفظ عادة في الثانية الواحدة بعشرة مقاطع هيائية ينتج ما ذكرناه إذا تكلم إنسان بصوت مرتفع أمام عاكس بعده عنه ١٧ مترًا لا يمكنه أن يميز إلا المقطع الأخير المنعكس ويكون الصدى حينئذ دامق قطع واحد وأما إذا كان بعد العاكس عن المتكلم ضعف ١٧ مترًا

أو ثلاثة أمثالها وهكذا كان الصدى دامقطين أو ذا ثلاثة وهكذا ومتى كان بعد السطح العاكس أقل من ١٧ مترًا اختلط الصوت الأصلي بالصوت المنعكس

ولا يمكن حينئذ سماع كل منهما على حدة بل يتقوى الصوت ويحدث ما يعبر عنه بالدوى وهذا ما يقع في الأواوين الكبيرة والأود الكبيرة العارية عن السقف فالحا كثيرة الدوى بخلاف ذات الأبسطة والمبسوطات من الجوخ فانها تنتشر معظم الصوت وبها تصدر الأود صمًا والصدى لضعف هو رد الصوت الواحد مرارًا ويحصل ذلك إذا كان هنالك معارضان موضوع لحدّها بجزاء الأخر كما يطين متوازيين مثلاً فانها يردان الصوت بالتعاقب ويوجد من أنواع الصدى ما يكرر فيه رد الصوت الواحد عشرين أو ثلاثين مرة كما يقع في برج سيمونيتا في إيطاليا

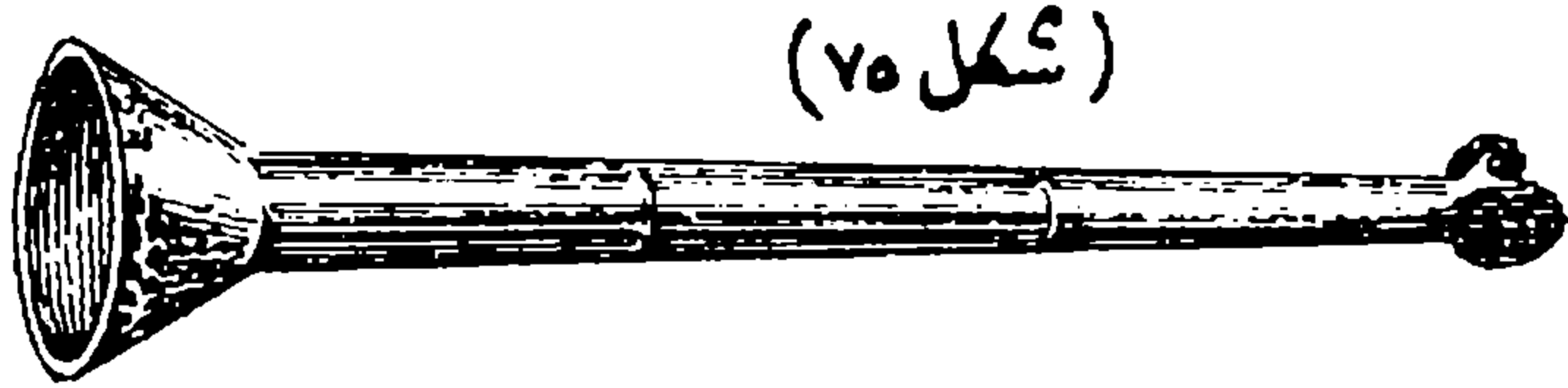
وحيث كانت قوانين انعكاس الصوت عين قوانين انعكاس الضوء والحرارة فالسطوح المنعنية يتولد عنها بؤر سمعية مشابهة للبؤر الضوئية والحرارية التي تحدث امام العاكسة المقعرة فاذا تكلم انسان مثلاً تحت قبوة قنطرة من حجر وكان وجهه متجهًا جهة لحد الكفين امكن تولد صوت اخر قريبًا من الكف الأخر يشدق عظمة بحيث تمكن المحادثة بصوت منخفض بدون ان يسمعه لحد الحاضرين الكائنين فيما بين المتكلمين ويوجد في ارضية حافظة الفنون والصنائع بباريس أودة مربعة ذات قبوة مقصورة بها تظهر هذه الحادثة ظهورًا واضحًا اذا وقف شخصان في زاويتين منها متقابلتين ومما ينبغي التنبيه عليه ان الصوت لا ينعكس من سطوح الأجسام الصلبة فقط كحوائط البناء والأخشاب والصخور بل ينعكس أيضًا من السحب ومن مقابله لطبقة من الهواء كثافتها مخالفة لكافة الطبقة القاطع حولها ومن اجزاء الضباب أيضًا ومن المشاهد انه اذا كان الهواء ذا ضباب انعكست الأصوات انعكاسات جزئية وانفذت بسرعة ولا مانع من سماع الأصوات على بعد عظيم في مدة الليل اذا كان الجو صافيًا هاديًا منتظم الكثافة

في مرسلة الصوت وفي القرن السمعى

سيد مرسلة الصوت والقرن السمعى آلتان صغيرتان مؤسستان على انعكاس الصوت
٧٨
وطى توصيل الأنايب الأسطوانية

امامرسلة الصوت فانها كما يد لعلها اسمها معلقة لنقل الصوت الى ابعاد عظيمة وهى انبوبة

من صفح أو من نحاس أصفر كما في (شكل ٧٥) تكاد أن تكون مخروطية الشكل ومتسعة جداً من
أحد طرفيها المسمى بالصيوان وهذه الآلة بالنفخ في طرفها الأخر ترسل الصوت إلى بعد عظيم



مناسب لعظم إبعادها وحادثه الأرسال تتضح بواسطة الأنفكاسات المتوالية للموج الحادث
من جذران الأنسوبة

وهي أنفكاسات يميل بموجيها الموج إلى التباعد قليلاً ^{فليلاً} ويظهر بالحساب أنه لا بد في نظري هذه
الآلة من اعتبار الزيادة التي تزيدها سعة اهتزازات عناصر الهواء بالقرب من الصيوان
وأما القرين السمي فإنه يستعمل لصعفاء السمع وهو أنسوبة مخروطية من المعدن يوضع طرفها
الضيّق في الصماخ وطرفها الثاني الشبيه بالصيوان معد لتلقى الصوت أعني أنه يتلقى
الأموات الصادرة من فم المتكلم وتنقل هذه الأموات بحلة الأنفكاسات في داخل القوم
بحيث أن الموج الذي ينتشر انتشاراً عظيماً يتركز في الجهاز السمي ويحدث فيه تأثيراً عظيماً
من الذي يصدر عن الموج الحقيقي المتباعد عن بعضه

الدرس الرابع عشر في اهتزازات الأوتار وفي عدد الاهتزازات الموافق لصوت معلوم

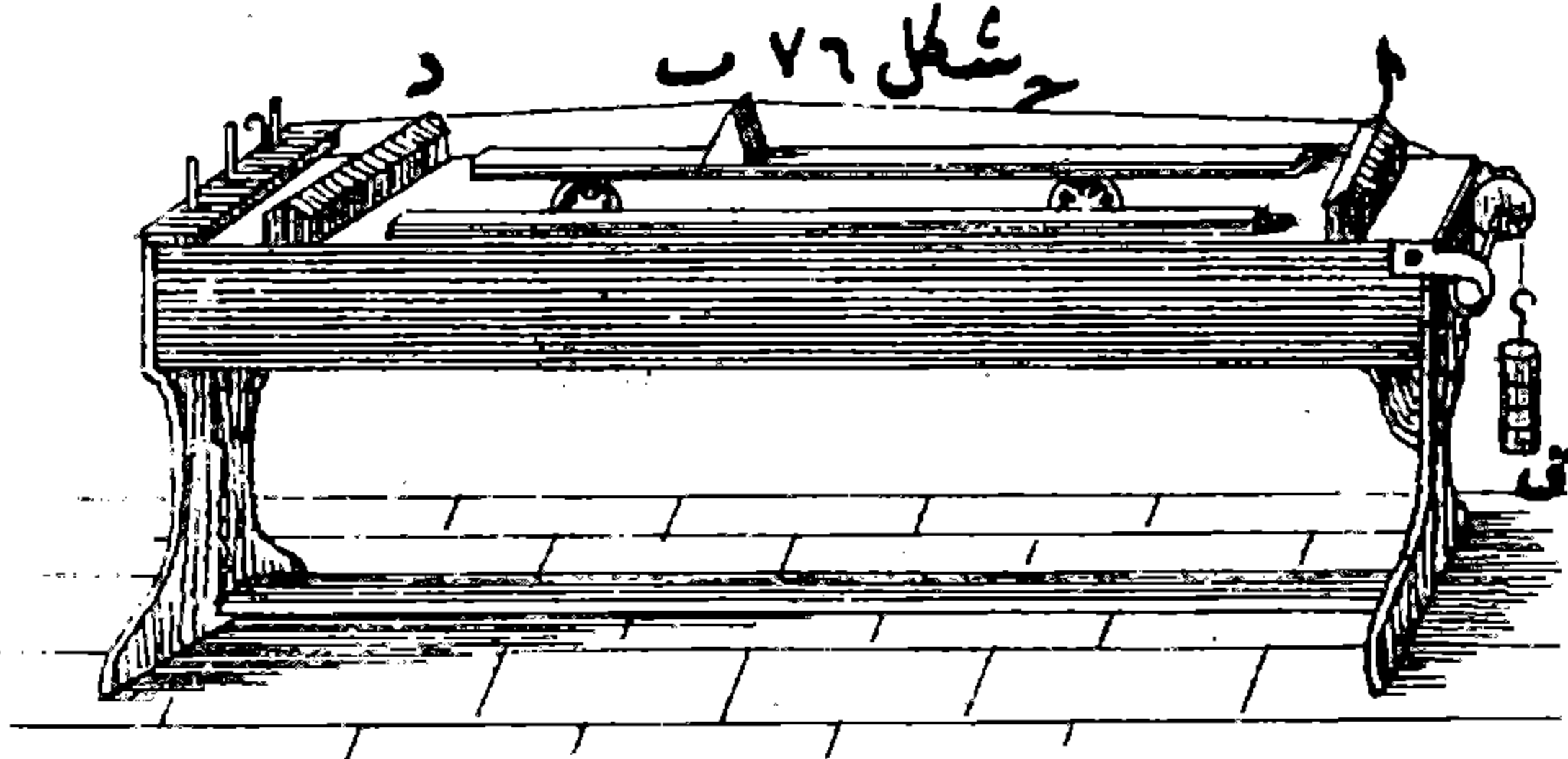
سيد الأوتار في فن السماع أجسام خيطية الشكل تكتسب مرونتها بواسطة التوتر
والأوتار المذكورة نزعاً من الاهتزاز لحددها عضي أي عمودى عليها والثاني طول
أي متجه في جهة طولها

أما الاهتزاز العرضي فإنه اضطراب يحدث بواسطة قوس كما في الربابة أو بالعنف على الأوتار
وزعن عنها كما في العود والقيتارة وأما الاهتزاز الطولي فإنه اضطراب يتولد عن احتكاك

احتكاك الأوتار في جهة طولها بواسطة قطعة من القماش مدهونة بالقلعونيا ولا نذكر هنا
إلا الأهرزاز العرضي فإنه ضروري لنظريتنا الموسيقا فنقول

في ميزان الصوت

سيد ميزان الصوت جهاز يستعمل لمعرفة الأهرزازات العرضية للأوتار ويسمى أيضا بذي
الوتر لأنه لا يكون فيه إلا وتر واحد غالباً وهذا الجهاز مصنوع من صندوق من الخشب الرقيق
معد لتقوية الصوت وعلى هذا الصندوق مشطان ثابتان $ا$ و $د$ كما في (شكل ٧٦)



يحملها وتر معدني مثبت من أحد الطرفين
ومشدود من الآخر بحزمة من الشعر تزيد
بحسب الأرادة وعلى الصندوق أخذ كسور
مشط ثالث يُنقل عليه لتغيير طول
الوتر المراد اهتزاز

في قوانين الأهرزازات العرضية للأوتار

سيد إذا جعلنا $ل$ رمزاً لطول الوتر أعني الجزء المهتز الكائن بين المشطين $ا$ و $د$
كما في الشكل المتقدم وجعلنا $نق$ رمزاً للنصف قطر قطعه و $كثافته$ و $و$ للثقل
الموتر له و $ع$ لعدد الأهرزازات في الثانية الواحدة نجد بواسطة الحساب أن
$$ع = \frac{ل}{\sqrt{\frac{نق}{كثافته}}}$$
 و $ط$ هي النسبة بين المحيط والقطر
ومن هذا القانون تؤخذ قواعد أربعة

الأولى إذا كان قوتر الوتر ثابتاً فعدد الأهرزازات في زمن معين يناسب عكس طوله
الثانية إذا بقيت الفروض المذكورة بعينها فعدد الأهرزازات يناسب عكس نصف
قطر الوتر

الثالثة عدد الأهرزازات الحادثة من الوتر الواحد يناسب جذر مربع ما توتر به من
الأنقال

الرابعة اذا بقيت الفروض بعينها فقد دأهت ازان الحادثة من الوتر الواحد يناسب عكس الجذر
التربيعي لكافته

وتحقق القاعدة الأولى التي هي أهم القواعد المتقدمة بالتحريية ان يوتر وترطويل بالكفاية ونحسب
الأهتزازات التي تحدث منه في زمن معلوم

في العقد والخطوط العقدية

سب إذا اهتز جسم فلا اهتز جميع اجزائه اهتزازاً واحداً بل يهتز كل من اجزائه الضلعية
المتداخلة باهتزاز يخصه فيوجد من هذه الأجزاء المختلفة نقط أو خطوط اهتزازاً
ضعيفاً به تكاد ان تكون ساكنة بالنسبة لغيرها وهذه النقط والخطوط هي المسماة بالعقد
وبالخطوط العقدية والأجزاء المهتزة المحصورة بين عقدتين أو خطين عقديين تسمى
بالأغنا ووسط الأغنا يسمى بالبطن وهو الجزء الذي تصل فيه السعة القوسية الى نهايتها
الكبرى

ولأظهار العقد والبطون في الأوتار نشبت وترامنها من طرفيه ونمر تحتها مشطاً صغيراً
نوقفه على التوالي في تلك الوتر في ربعه ثم في خمسة فاذا كان المشط في الثلث كما هو مبين
في (شكل ٧٦) وهز الجزء ب د بواسطة قوس ينقسم الجزء الآخر ا ب الى قسمين
ا ح و ح ب يهتز كل منهما على حدته ويبقى النقطة ح كائناً ثابته ويتحقق ذلك
بوضع قصاصات صغيرة من الورق احداها في النقطة ح والثانية بين ب و ح
والثالثة بين ب و ا فاما القصاصة التي في النقطة ح فلا يحصل لها الا
اضطراب خفيف بخلاف القصاصتان الأخريتان فانهما ينسقطان على بعد زمينئذ تحدث
عقدة في النقطة الأولى وبطنان في النقطتين الأخريين واذا كان المشط في ربع الوتر
حدث بين النقطة ا والنقطة ب عقدتان وثلاثة بطون واذا كان في خمسة حدث
بين النقطتين المذكورتين ثلاثة عقد وأربعة بطون وهلم جرا

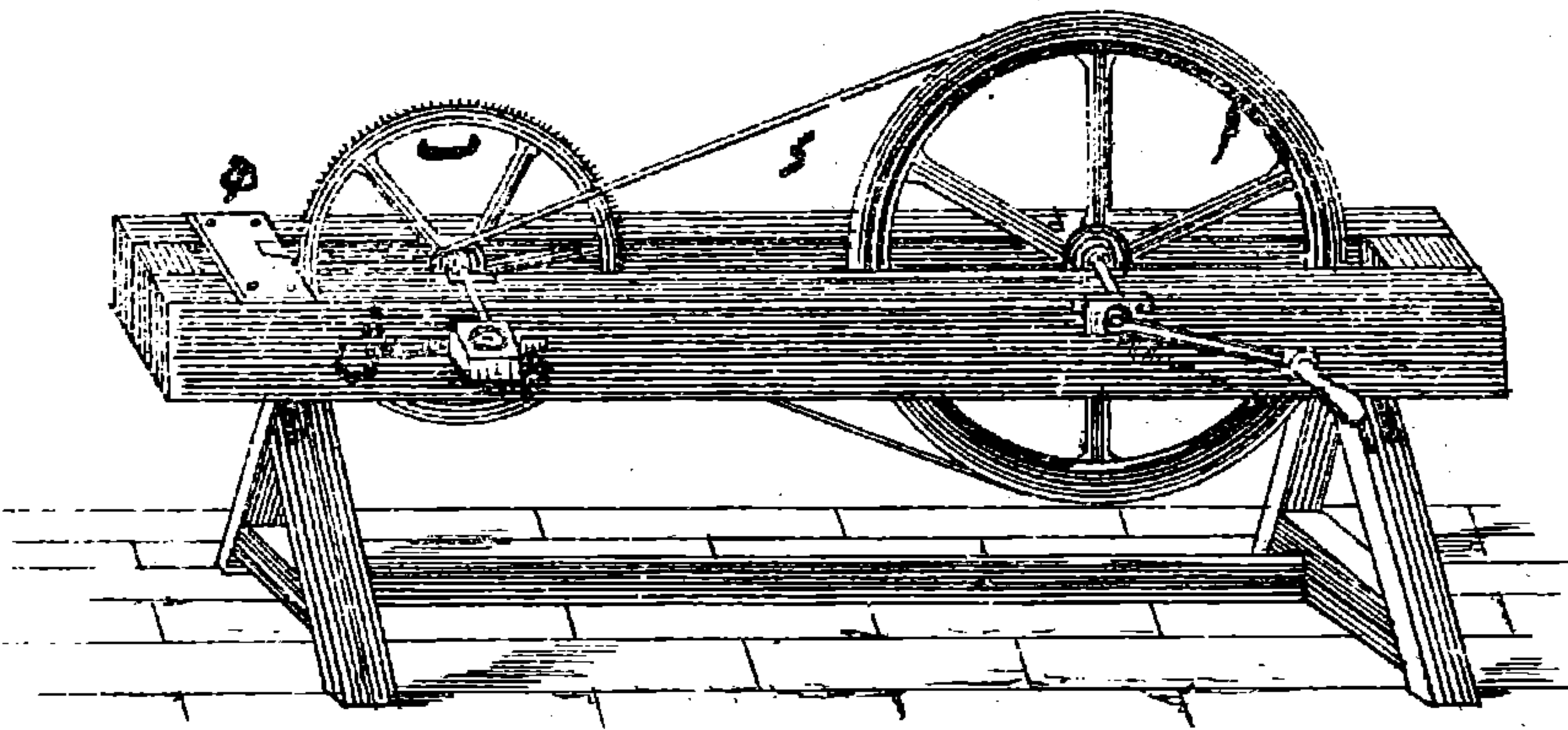
وسياق لنا كيفية تحقيق وجود وصورة الخطوط العقدية في الألواح والأغشية
المهتزة

الدرس الخامس عشر

في طارة العلم ساؤرت المضر

سيد هذه الطارة المنسوبة لمخترعها المعلم ساؤرت جهاز معد لمعرفة عدد الاهتزازات المطلق
الموافق لصوت محدود وهو مركب من نخة تتحرك من خشب البلوط مثبتة تثبيتاً محكماً
وفيها قناة طولية عليها عجلتان A و B — كما في (الشكل ٧٧) أما الطارة الأولى
فإنها تحدث سرعة عظيمة

شكل ٧٧



في الطارة الصغيرة
وأما الصغيرة المسننة
فإنها معدة لهذا الخطة
المنبثة على النخة وتتصادم
هذه الخطة بكل سنة
من أسنان الطارة الصغيرة

عند دورها تحدث اهتزازات كاملة بقدر ما يوجد من الأسنان ثم انه يوجد على وجه الساعة
الصغيرة S عقرب يتحرك يتحرك محور الطارة المسننة ليبدل على عدد الدورات في الثانية
الواحدة وكذا على عدد الاهتزازات

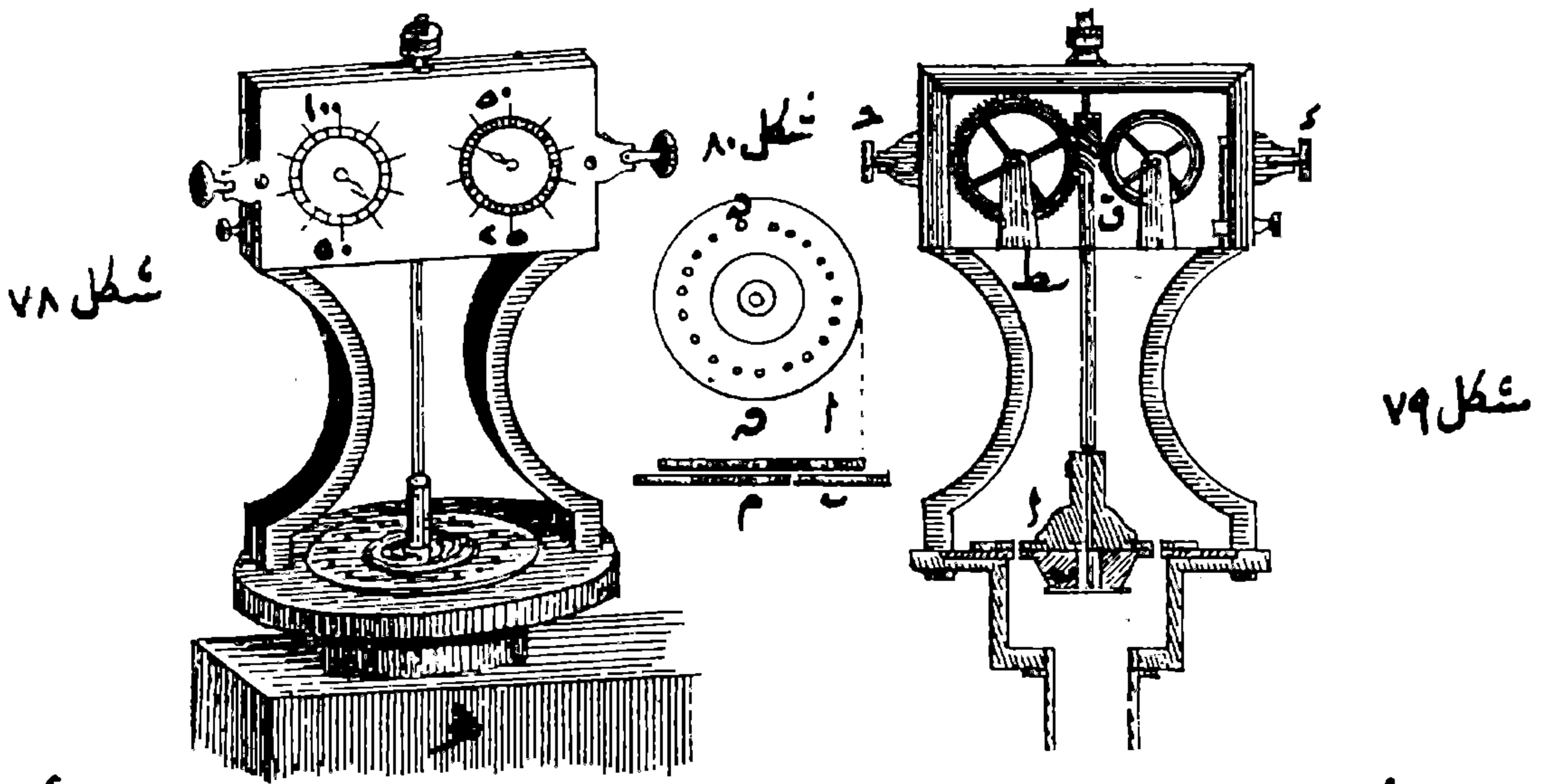
فاذا كانت حركة الطارة المسننة بطيئة سمعت التصادمات المتوالية للأسنان بالخطة
متيزة واذا زادت السرعة بالديج حدث صوت مستمر يرتفع شيئاً فشيئاً فاذا توصلنا
بجهاز الكتابة لحدوث الصوت اطراد معرفة عدد اهتزازاته داومنا على بقا السرعة بعينها
مدة معينة من التوالي فاذا قرأنا ما عليه العداد من عدد دورات الطارة المسننة
 B نضرب هذا العدد في عدد الأسنان وذلك لمعرفة عدد الاهتزازات الكلية فاذا
قسمنا الحاصل على عدد التوالي الموافق كان خارج القسمة عبارة عن عدد الاهتزازات
في الثانية الواحدة

في بنت الماء

٨٤ سيد بنت الماء صغيرة اختراعها المعلم كانيارد لا توتو وتعمل كطارة المعلم ماؤرت
لقياس العدد المصنوط لأهتزازات جسم صوتي في زمن معلوم وقد أطلق مخترعها هذا الاسم
عليها لأنه يحدث عنها أصوات تحت الماء

ثم إن هذه الآلة متخذة من الخحاس وارتفاعها من ١٠ سنتيمترات إلى ١٢ سنتيمترًا
كافي (شكل ٧٨) موصوعة على صندوق منفاخ صورته كافي (شكل ٨٠) ويستعمل لأرسال
تيار من الهواء في بنت الماء

وقد تكفل شطرا ٧٩ و ٨٠ ببيان التفاصيل الداخلية لبنت الماء



فالجزء الأسفل مركب من علبة اسطوانية عليها سينية ثابتة - يرتكز عليها ساق رأسي
سط - يثبت فيه القرص ١ الذي يدور بلا مانع بدوران الساق وفي الصينية -
ثقب استدارية على أبعاد متساوية وفي القرص ١ عين العدد المذكور من الثقوب وبعدها
عن المركز واحد كالثقب القائمة في الصينية وليست الثقوب عمودية على مستوى الصينية
والقرص بل ثقوب الصينية مائلة بكمية واحدة وذات اتجاهات متوازية وثقب القرص
مائلة ذات اتجاه معاكس للاتجاهات الأولى بحيث إذا اتخذت كانت مرتبة كما هي في الوضع
م م من (شكل ٨٠) وينتج من هذا الوضع أنه إذا وصل تيار هوائي سريع من المنفاخ في العلبة

في العلة الأسطوانية وفي الثقب م دق جدران الثقب د ولحدث في القرص ا حركة دوران ممتدة في الجهة ا هـ

ولاجل توضيح سرعة خفة بنت المآبال اختصار فرض اولاً ان القرص المتحرك ا فيه ١٨ ثقباً وان الصينية الثابتة ب ليس فيها الا ثقب واحد وقد انطبق على احد الثقوب العليا فاذا دق الهواء المنفاخ جدران هذا الثقب لاخبر دقاً مائلاً دار القرص المتحرك وسد الجزء المصمت الكائن بين ثقبين متواليين ثقب الصينية السفلى فاذا دام القرص على الدوران بموجب سرعته المكسبة تحاذى الثقبان ثانياً ونشأ عن ذلك دفعة جديدة وهلم جرا وهذه الخاتمة يظهر ان المنفذ الأسفل ينفتح ١٨ مرة وينغلق اذ لك مدة الدوران التام للقرص ومنها تنبع انفجاعات وانفلاقات يضطرب الهواء بسببها وينتهي باحداث صوت اذا كانت الدفعات المتوالية سريعة جداً واذا فرض الآن ان الصينية الثابتة ب فيها ١٨ ثقباً كالقرص المتحرك حدث عن كل ثقب ما حدث عن الثقب الواحد فيصدر الصوت حينئذٍ اشد واقوى من الحادث اذا كان الثقب واحداً ١٨ مرة غير ان عدد الاهتزازات لايزداد

ولاجل معرفة عدد الاهتزازات الموافقة لصوت صادر عن الآلة مدة حركة دوراتها يلزم معرفة مقدار عدد دوران القرص ا في الثانية فذلك يوضع على اساق ط برمية غير منتهية توصل الحركة الى طارة ذات ١٠٠ سنة تقدم بسنة في كل دورة من دوران القرص وفي هذه الطارة وتد ه يقدم في كل دورة طارة اخرى سنة ولعدة وهذه الطارة الأخيرة هي المرسومة في الجهة الشمالية من شط (٧٩) ومحوراهاتين الطاريتين يحركان عقيرتين على مئنتين ساعتين كما هو مبين في شط (٧٨) وهذان العقيران يبين احدهما عدد دورات القرص والاخر مئات الدورات وفائدة الزرين د ه تقديم الطارة الصغيرة وتأخيرها عن البرمية غير المنتهية بحسب الأرادة

وحيث ان الصوت يرتفع كلما ازدادت سرعة القرص كفي في لحدث صوت محدود في الآلة تنحصر الهواء وادامة لحدث تيار الهواء بعينه زناً معيناً كدقيقتين مثلاً ثم يقرأ على المئنتين الساعيتين عدد الدورات التي دارها القرص ويضرب هذا العدد في ١٨ ويقسم الناتج على عدد السواني الموجود في الزمن المذكور فيدل خارج القسمة على عدد الاهتزازات

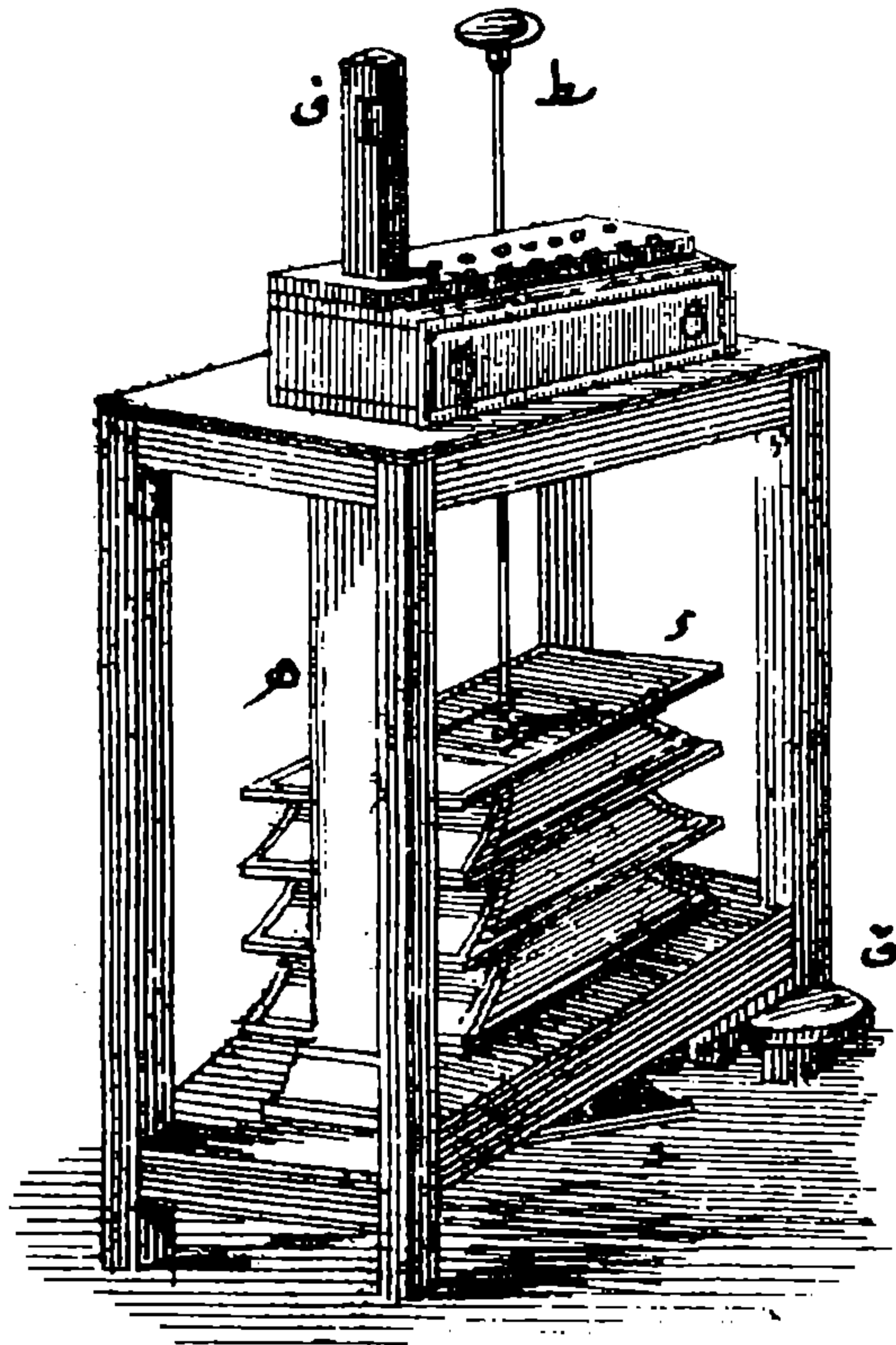
في الثانيه

ويحدث عن بنت الماء التي سرعتها واحدة صوت في الماء مثل ما يحصل في الهواء وكذا في جميع الغازات
هنا دليل على ان الصوت المحدود يتعلق بعدد الاهتزازات لابطبيعة الجسم الرنان

في الكسبر

سيد الكسبر في فن السماع آلة ذات مستودع هوائي تعمل لتشغيل الآلات الهوائية كبنت الماء
وانابيب الأرغن وبينها رجل طاولة الأربعة منفاخ ح كافي شكل (له) يتحرك بواسطة

شكل ٨١



الموسى وه وله مستودع د من الجلد الذين يعمل لحزن الهواء المطرود فيه بواسطة المنفاخ
فاذا ضغط هذا المستودع بانفعال توضع فوقه او بواسطة قضيب سط يتحرك باليد انظر
الهوا بالموصل لا في صندوق مثبت على الطاولة وهذا الصندوق مثقوب ثقوباً مغلوقه
بصمغيات من الجلد تفتح بالأرادة بالانطلاق على المراس الموصولة امام الصندوق وفي هذه
الثقوب توضع بنت الماء أو الانابيب ذات الريش ق

في حدى الأصوات المدركة

سيد كان الطبيعيون يعتقدون قبل ظهور تجربة المعلم ساوثر ان الصوت لا يدرك
اذا كان عدداً لأهتزازات البسيطة في الثانية اقل من ٣٠ هزة في الأصوات الغليظة ومنه ١٣
الفهزة الى ١٨ الفهزة في الأصوات الحادة فظهر العالم المذكوران هذين المحدثين
غير منضبطين وان ادراك الأصوات الغليظة والحادة جداً بكثرة او بقللة تعلقه بالسدة
اولى من تعلقها بالارتفاع فعدم سماع الأصوات انما هو ناشئ عن كونها متولدة بكيفية
غير كافية في تأثير السامعة

وقد انتهى المعلم ساوثر عدداً لأصوات الحادة الى ٨٠ الفاً من الاهتزازات البسيطة
في الثانية بان زاد قطارته المضرسه فازدادت بذلك سعة الاهتزازات وشدها
وابدل في الأصوات الغليظة طارقه المضرسه بعود من الحديد طوله ٦٥ سنتيمتراً يتحرك
بين صفيحتين رقيقين من الخشب بعدهما من العود مليمترا في فقط فحدث في كل دورة
من دورات العود صوت عديم اللذة نشأ عن انتقال الهواء فاذا اسرعت الحركة استمر
الصوت وصار متملياً اطراً وبواسطة هذا الجهاز تحقق المعلم ساوثر انه اذا حدثت
اهتزازات بسيطة من ١٤ الى ١٦ في الثانية ادركت الأذن ايضاً صوتاً واضحاً جداً
لكنه زايد في الغلط

في اهتزاز القضبان والصفحة وعجور الألواح والغشمية

في اهتزاز القضبان والصفائح

سيد القضبان والصفائح الرفيعة سواء كانت من الخشب او من الزجاج او من المعدن خصوصاً
الفلز لا ذاهبي تهتز بسبب مرونتها واهتزازها على نوعين كاهتزاز الأوتار لحدها عرضي
والآخر طولى اما الاهتزاز العرضي فانه يتولد بتثبيت لحدها من طرف وتحويل قوس
على الجزء المعلق منها واما الاهتزاز الطولى فانه يحدث في القضيب يقبضه من لحد نقطة
وحكه في جهة طوله بقطعة من الجوخ المبلول او الدهون باللففونيا لكن لا يتولد في هذه

الصورة صوت الا اذا كانت نقطة القضيبة مثبتة على نصفه أو ثلثه أو ربعه أو نحو ذلك
من الأجزاء المتداخلة

ثم انه يبرهن بالحساب فقط على ان عدد الاهتزازات العرضية للقضبان والصفائح اللتين
من جنس واحد يكون في نسبة طردية نسكها وفي نسبة عكسية لطريق طولها ولا تأثر لعرض
الصفائح في عدد الاهتزازات الناشئة عنها بل في القوة اللازمة لهزها بخلاف طول
القضبان المرنة التي تكون من جنس واحد فان له تأثيرا في عدد الاهتزازات وذلك ان
عدد الاهتزازات الطولية يكون في نسبة عكسية لطول تلك القضبان مهما كانت
قطرها وشكل قطعها العرضي ثم ان شغل (٨٤) عبارة عن آلة اخترعها المعلم مارلوية
موسساها على الاهتزازات الطولية للقضبان وهي قطعة مصممة من الخشب مثبت
عليها عشرون قضيبا اسطوانيا من الراتنج بعضها ملون وبعضها ابيض وطول هذه
القضبان مكيف بحيث ان القضبان البيضاء يتولد عنها اصل الأصوات الطبيعية والبلونة
يتولد عنها متوالي انصاف الأصوات المتممة لهذا الأصل ولا بل تكيف الهوا لهذه الآلة
تدلك القضبان طولاً بآلات الأجهام والسبابه للمفوسين في الراتنج المسحوق فالأصوات
المتحصلة بهذه المثابة تشبه اصوات مزمار المعلم پات مشاهجة تامة

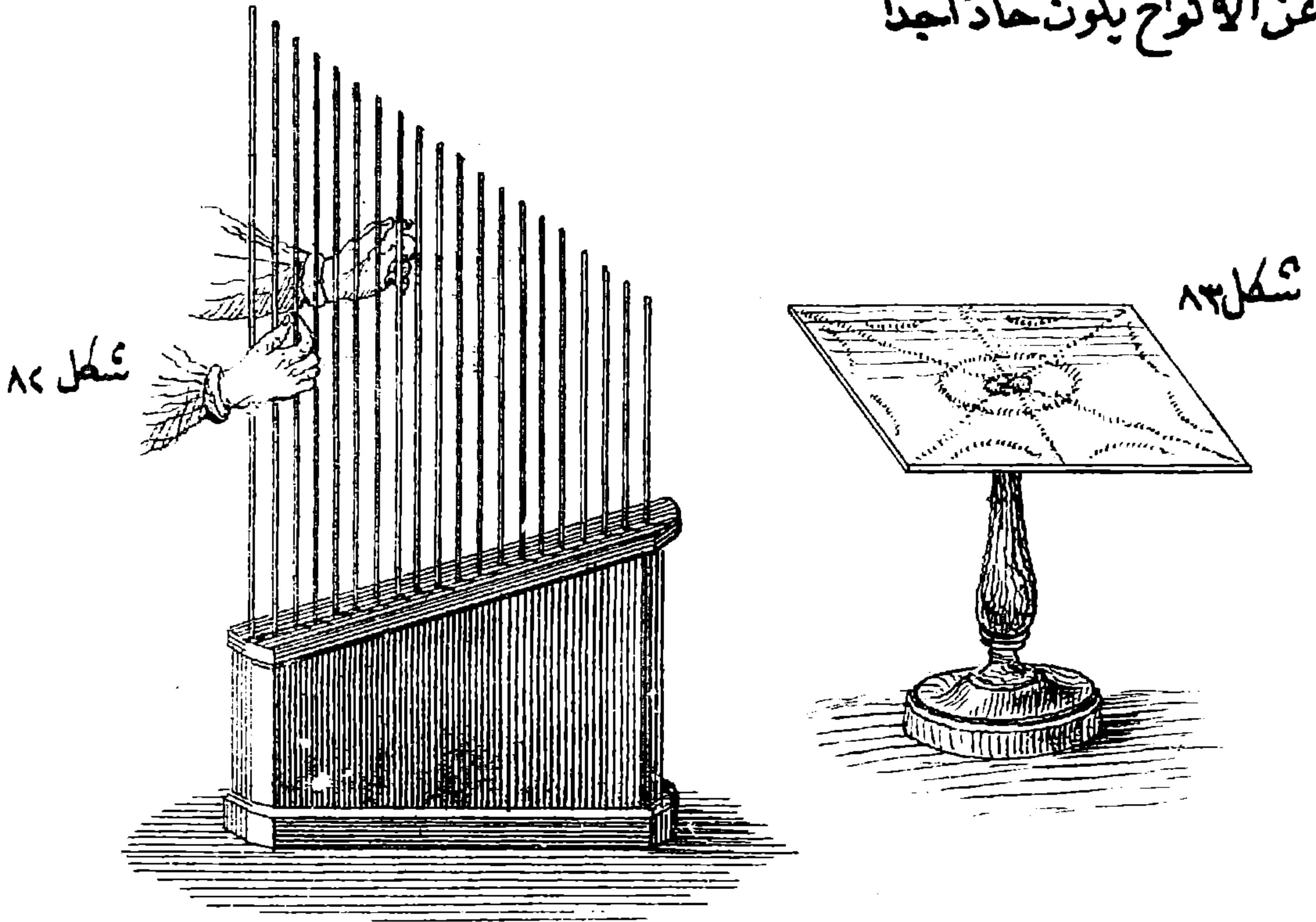
في اهتزاز الألواح

٨٨ سيد اذا اريد هزل لوح ثبت من مركزه كما في شكل (٨٣) ثم هز من حوافه بقوس أو ثبت من نقطة
من نقط سطحه وهز من مركزه بجك الثقب الذي فيه بواسطة بعض سيات من شعر مدقوقة
بالقلفونيا

وفي الألواح التي تهز خطوط عقدية عددها ووضعها على حسب صورة الألواح يغيران
كيفية الاضطراب وعدد الاهتزازات والمرونة ولتمييز الخطوط العقدية تسد
الألواح بطبقة خفيفة من الرمل الجاف قبل اهتزازها
فيمجد ان تبسدها الاهتزازات يترك الرمل الأجزاء المهتزة وينضم فوق الخطوط العقدية

كما يظهر ذلك في (شكل ٨٣)

وتعيين وضع المخطوط العقدي بحسب الأرادة يكون نفس الأجزاء التي يراد لمحدث ثالث المخطوط فيها وكلما ازداد عدد الأهتزازات ازداد عدد المخطوط المذكورة أي أن الصوت المتولد عن الألواح يكون حاداً جداً



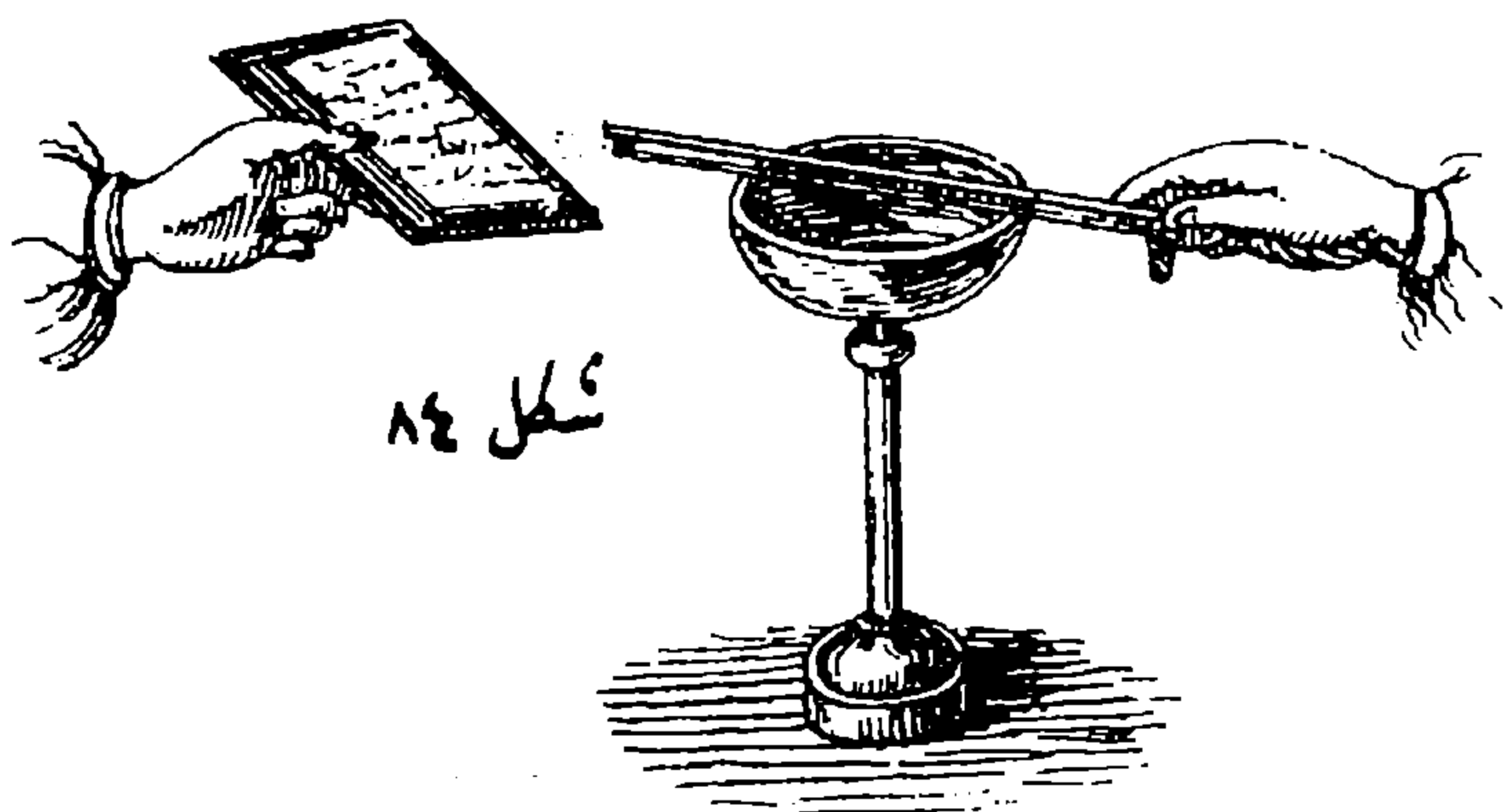
والمخطوط العقدي متماثلة الشكل بالطلبة دائماً وتعود إلى حالها في اللوح الواحد المضطرب إذا اتحدت الشروط وأول من استكشف حادثة المخطوط العقدي في الألواح المصنوعة من

وهتزاز الألواح تابع لقانون هوانه إذا كانت الألواح متحدة الجنس والشكل كان عدد الاهتزازات في نسبة طردية لسمك تلك الألواح وفي نسبة عكسية لسطوحها

في ماستراز الأغشية

٨٤
لينة الأغشية يمنعها عن الاهتزاز إذا لم تكن موترة بجلد الطبله فإن كانت كذلك حدث عنها صوت حاد بقدر شدة توترها وصغرها وقد أثبت ذلك المعلم ساوثر بتجربة فلفصق جلد البقر اللين جداً على براون من الخشب وهو الأنسبة يكون بقرتها كما في الطبل أو بالتأثير وقد لاحظ المعلم ساوثر

ان الفسأ يهتز بتأثير اهتزازات الهواء الكافية لذلك وشكل (٨٤) يدل على غشاء
مهتز بتأثير اهتزازات في الهواء



حادثة من طاسة رنانة وتدل
صورة الرمل الدقيق المنتشر على
الفسأ على تكون البطون والعقد
كما تدل على تكونها في الألواح

الدرس السادس عشر

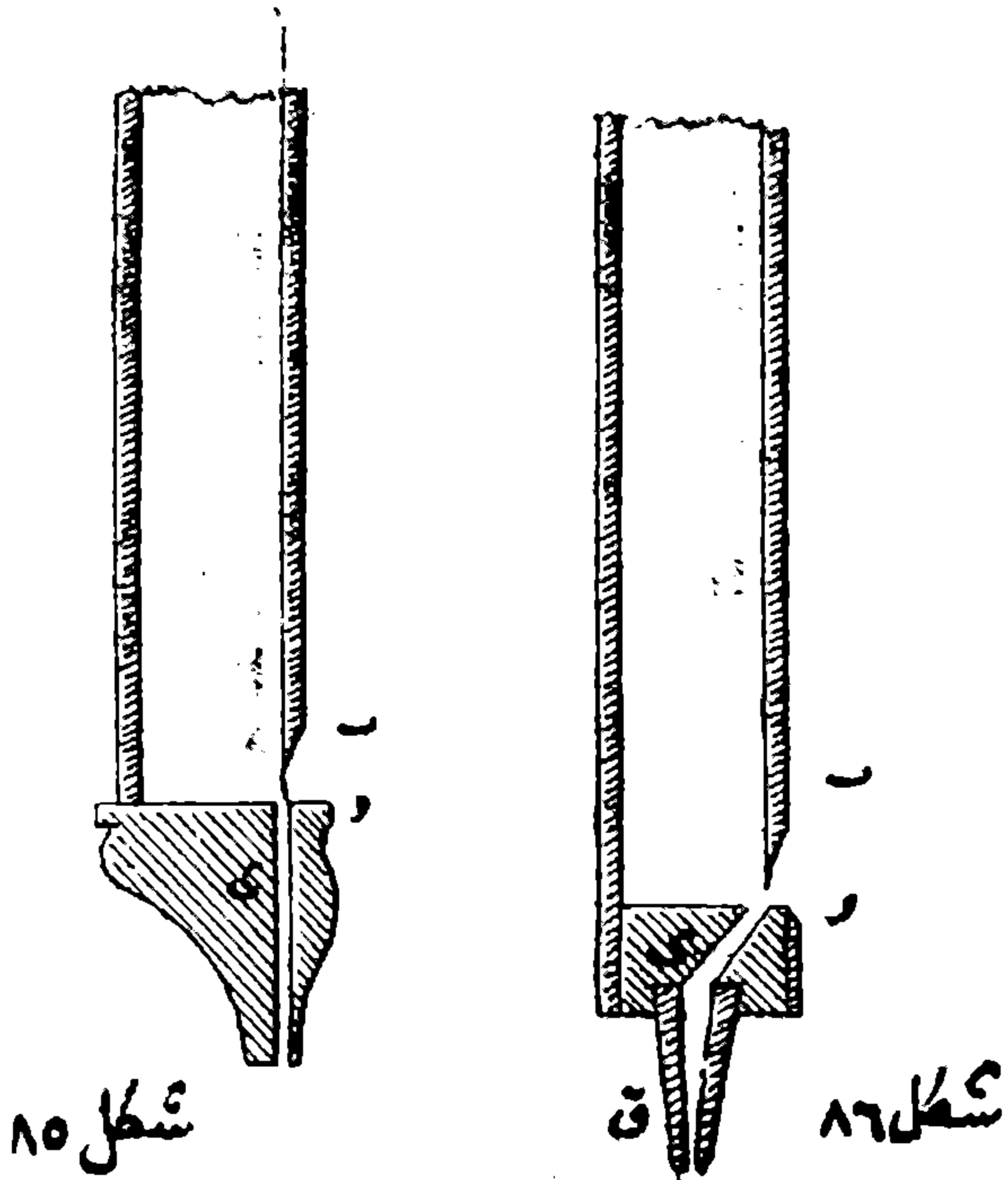
في اهتزاز الهواء في أنابيب في إشارات الهوائية

في منشأ الصوت في إشارات الهوائية

يبدأ منشأ الصوت في الأجهزة المختلفة المتقدمة اهتزازات الأجسام الجامدة وليس
الهواء بالنسبة لها الاموصلات واما الآلات الهوائية التي تكون جدران أنابيبها
ذات صلابة كافية فان عمود الهواء المحصور في أنابيبها هو الجسم الصوتي دون
غيره ومن المحقق ان مادة الأنابيب لا تؤثر في الصوت فلا يتغير فيها اذا كانت الأبعاد
متساوية سواء كانت الأنابيب من الخشب او من البلور او من المعدن نعم اذا اختلفت
الأبعاد تغير النغم وقد قسموا الآلات الهوائية بالنظر لطريقة اهتزاز الهواء في
أنابيبها الى ثلاثة اقسام هي الآلات ذات المباسم المجردة والآلات ذات الريش
الصلبية والآلات ذات الريش الغشائية والمراد بالريشة هنا لسان بالوص المزمارة
ونحوه

في إشارات ذات المباسم المجردة

يبدأ جميع اجزاء المباسم في هذه الآلات تكون ثابتة في شكل (٨٦) مبسم انبوبة أرغن



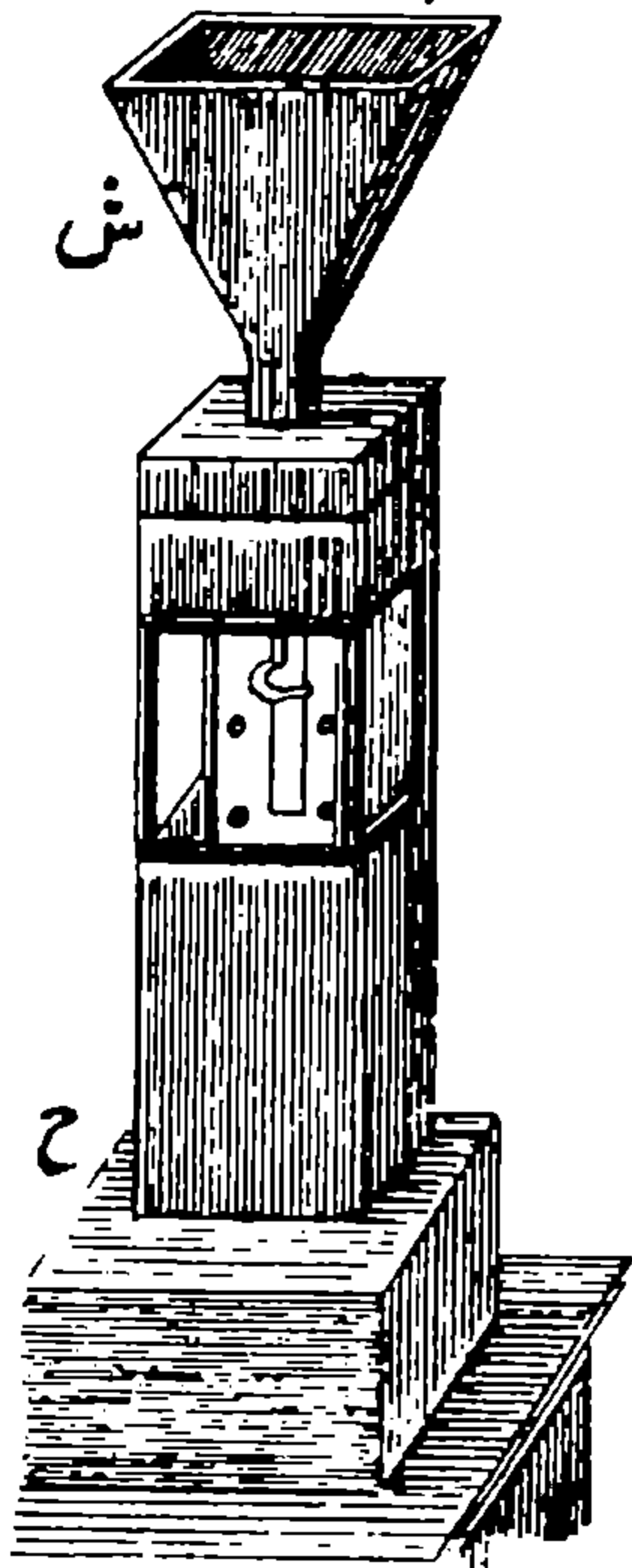
وفي شكل (٨٥) مبسم صفارة
أو مزمار وتسمى الفتحة ك
في الشكلين المذكورين
بالعين ومنها يدخل الهواء
في الأنبوبة د - ر
مبسم شفته العليا -
مخوفة وفي الجزء العلوي
من الشكلين انبوبة يمكن
فتحها وغلقها وفي شكل ٨٦
قدم ق يستعمل للتثبيت

الأنبوبة على المنفاخ المرسوم في الشكل (٨١)
فاذا وصل تيار سريع من الهواء الى العين انكسر على الشفة العليا فينتج من ذلك
صدمة ينشأ عنها عدم خروج الهواء من المبسم - ر بطريقة مستمرة بل يتقطع
فتنتج دفعات تنتقل الى هواء الأنبوبة فتعززه فيحدث من ذلك صوت ولأجل ان
يكون الصوت خالصا يلزم ان يكون هنالك نسبة بين ابعاد الشفتين وابعاد فتحة
المبسم ومقدار العين وبأبجالة فلا بد ان يكون طول الأنبوبة اعظم من قطرها
بكثير وعدد الاهتزازات يتعلق بابعاد الأنبوبة وبسرعة تيار الهواء
والمبسم في المزمار العرضي عبارة عن فتحة جانبية مستديرة فبطريقة وضع الشفتين
والتصغير ينكسر الهواء على حواف هذه الفتحة وكذا يحصل في مزمار المعلم بات
وفي المفتاح الأنثى الذي يصغره

في الآلات ذات الريش الصلبة

٩٤ سبب اهتزاز الهواء في الآلات ذات الريش الصلبة لسان بسيط مرهق معدن
او من خشب يتحرك بتيار الهواء وانواع هذه الريش توجد في الهوتبوا اي ذو الظم

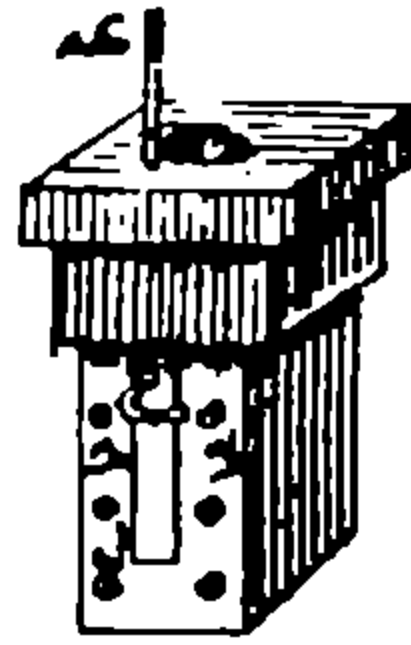
البعدي والباسون والكلارينيت ونغير الأطفال وفي الجانبد الذي هو أبسط
الآت هذا النوع ثم ان بعض انايب الأرغن ذو مبسم كالذكور وبعضها ذو ريش



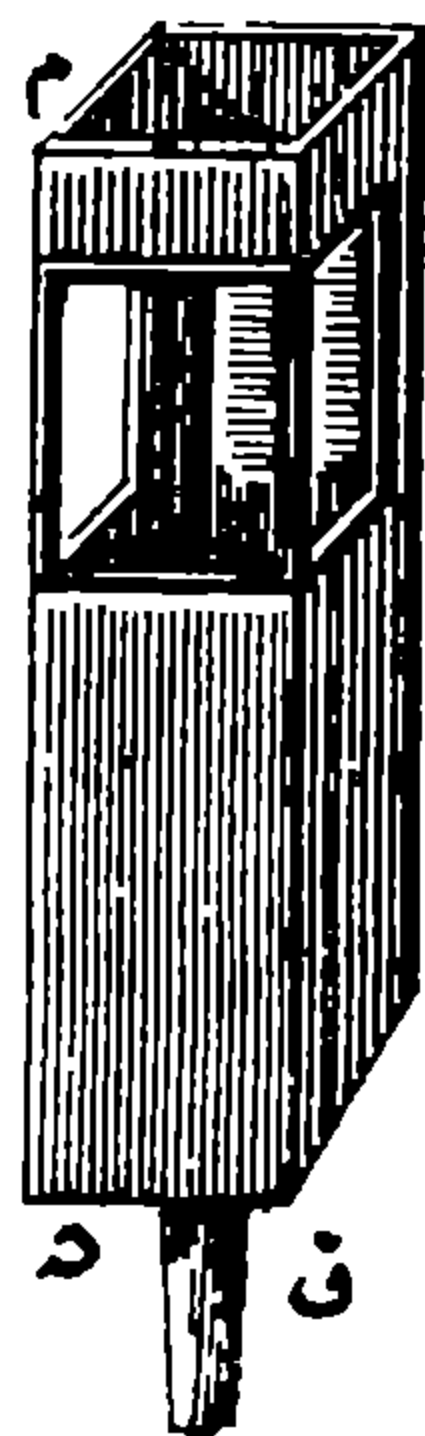
شكل ٨٧

صلية والمرسوم في الشكل (٨٧)
هو آلة من النوع الأخير موصوفة
وضعا كوضع تبينها في الدروس
وهي محمولة على الصندوق
ح من المنفاخ وبها مرآة معشقة
في جدران الأنبوبة تتبين بها
اهتزازات الريشة ولهذا
الآلة قرين من خشب س
فايده تقوية الصوت

والمرسوم في الشكل (٨٨) ريشة كايهتاج انبوبتها وهي مركبة من اربع قطع الأولى



شكل ٨٨



انبوبة مستطيلة من خشب
مقضولة من الجزء الأسفل
ومفتوحة من الجزء العلوي
في النقطة ق والقطعة
الثانية لوح من نحاس
مبولة ح ح ذو شق
طولي يسمى بالمجرى معد
لمرور الهواء من الأنبوبة
من الى المنفذ ف

والقطعة الثالثة صفيحة مرنة تسمى باللسان وهي اذا كانت قارة تلامس حوافي
المجرى وتكاد ان تسده وهذا اللسان مثبت من جزئه العلوي فقط والقطعة الرابعة
سلك من حديد عم جزئه الاسفل منحني يضغط به على اللسان وهذا السلك يسمى

يسمى بالمنظم فانه يمكن خفضه كثيراً أو قليلاً لتنظيم جميع حركات اللسان وتعيين ارتفاع الصوت المراد احداثه وفائدة المنظم ايضا توافق الأنايب ذات الريش توافقاً كلياً فاذا وضعت الريشة ثانياً في الأنبوبة مرن ودخلت الهواء في الأنبوبة بواسطة القدم ق الضغط اللسان وانحنى من الخارج الى الداخل وتلك ممراً للهواء ليتصرف من المنفذ ق لكن اذا عاد اللسان الى حالته بسبب مرونته احدث جملة اهتزازات بها يكون تعاقب فتح المجرى وقفله ومرور تيار الهواء متقطعاً وينتج من ذلك امواج صوتية يحدث عنها صوت يزداد ارتفاعه بازدياد سرعة التيار

في اثار ذات الريش الغشائية

سيد تاثير الريش الغشائية لم يعرف معرفة نامية ومع ذلك ففي معرفته فائدة عظيمة ٩٣ لنظري الصوت البشري ثم ان المعلم مولير الفيسيولوجي (نسبة الى الفيسيولوجيا وهي علم معرفة وظائف ^{أعضاء} الجسم البشري) استنبط اصولاً اربعة من تعقيشه وبحته فيما يتعلق بالريش الغشائية بحسب كيفيات اوضاعها الأربعة ولتذكرها فنقول

الكيفية الأولى ان يوتر شريط قليل العرض من الصمغ المرن على حلقة قطرها « مليمتراً تقريباً ثم ينفخ بواسطة انبوبة صغيرة القطر على إحدى حافتي الشريط في اتجاه مائل على سطحه فيبرز الشريط حينئذ وينشأ عنه صوت

الكيفية الثانية ان يوتر سيرة من الصمغ المرن عرضه من خط الى خطين على حلقة او على براونيز من خشب ثم يثبت حولي هذا السيرة المرن الواح جامدة من المقوك او من الخشب بحيث تحدث شقوق متيقة بين تلك الألواح والسيرة المذكور

الكيفية الثالثة ان يسترن نصف منقذ انبوبة قصيرة جداً بفشاً مرناً ويسترن نصفه الآخر بلوح جامد بحيث يكون بين الفش واللوحة شق يمر منه الهواء

الكيفية الرابعة ان يسترن منقذ الأنبوبة المقدمة بفشاًين مرنيين بحيث يكون بينهما شق ضيق وهذا الوضع يقارب وضع فتحة الحلق بالكلية واهتزاز الأنواع الثلاثة الأخيرة من الريش يكون بوضع دائر البراونيزين الشفتين

والنفخ فيه والأولى أن يكون النفخ بواسطة مرسله الهواء اعني انبوبة ينفخ فيها
وقد عرف المعلم مولير ان الصوت يتولد بلسان غشائي سواء كان بالزفير أو بالشهيق
لكنه بالشهيق اغلظ منه بالزفير عادة من نصف صوت الى صوت كامل وانه اذا
زاد الزفير او الشهيق ارتفع الصوت الى حد محدود ولعرض الشق تأثير قليل
في ارتفاع الصوت غير ان اللسان لا يتم وظيفته اذا كان الشق عريضاً جداً
ثم ان الصوت يرتفع في الريش الغشائية كما يرتفع في الأوتار اذا زاد التوتر فانا
اذا منعنا وسط اللسان مثلاً عن التحرك ونفخنا على نصفه الآخر حدث لنا
اعظم درجة من الصوت الأصلي الذي كان يحدث عن اللسان بتمامه وعلى كل فالريش
الغشائية منقادة لقوانين الأوتار بخلاف الريش الصلبة فانها كالصفائح
المرنة

وقد جرب المعلم مولير لاثبات ما ذكره الريشة الأخيرة من الريش الأربعة المقدمة
اعني الريشة المركبة من غشائين مرنين بينهما شق ضيق فثبت لديه انه اذا كان
اللسانان موترين توترأ واحداً حدث عنها صوت اغلظ من الصوت الأصلي الحادث
عنها

واذا سلطت انبوبة على الريشة صار الصوت غليظاً جداً وهذا يشبه ما يحدث عن
استعمال مرسله الهواء

ولم تستعمل الريش الغشائية الى هذا الوقت في الآلات الموسيقية غير ان الحال المحوجنا
الى ان نتقارن عضو الصوت في الإنسان وعضو التفريد في الطيور بهذا النوع من الريش
فنقول ان الشفاه حين تنقبض بالعضلات تحدث تأثيراً كما تأثير الريش
الغشائية وان كل من التجويف الفمي واعضاء التنفس بمنزلة مرسله الهواء
والشفاه في نفير الصيد وفي النفير المعتاد وفي النفير الرباعي بمنزلة ريش غشائية
لانه لا يمكن النفخ فقط في هذه الآلات بل يجب زيادة على ذلك هذا الشفاه كاللسان
فلذلك استعملوا باسم ضيقة ضيقاً تابعاً لحدوث الصوت المراد واضطررنا
الشفاه او فتحها تبعاً لارتفاع الصوت او انخفاضه

في قوانين اهتزاز الهواء في الأنبوب

٩٤ سيد حيث بينا طرق اهتزاز عمود الهواء الكائن في أنبوبة يجب علينا أن نشرح قوانين ذلك الاهتزاز فنقول أول من أظهر نظرية اهتزاز الهواء في الأنبوب المعلم دانييل برنولي فين أن الصوت في الأنبوبة الواحدة يتغير بتغير سرعة التيار وبغير فتحة الفم وذلك التغير تابع لقوانين تختلف بحسب كون الأنبوب مفتوحة أو مقفولة من الطرفين المقابل لفمها

في أنابيب المقفولة من الطرفين المقابل لفمها

٩٥ سند لنفرض أولاً أنبوبة مقفولة من طرف وفي طرفها الآخر مبسم من الجباسم المقفولة وأن طول هذه الأنبوبة مساوٍ وقطرها ١٢ أو ١٥ مرة فإذا ثبتت هذه الأنبوبة على طاولة المنفاخ حدثت عنها أصوات ترتفع شيئاً فشيئاً كلما وصل إليها الهواء بقوة عظيمة وحينئذٍ إذا جعل الصوت الغليظ أو الصوت الأصلي وحدة يشاهد أن الأنبوبة تحدث أصواتاً مقاديرها حدود متوالية عددية وترية ٣ ، ٥ ، ٧ وهكذا

وقد أثبت المعلم بيرنولي باعتبارات رياضية أن الهواء يهتز في الأنبوب كاهتزاز القضبان المصمتة اهتزازاً طويلاً أعني أنه يشاهد تعاقب العقد والبطون ومقتضى نظرية المعلم بيرنولي أن سعة الاهتزازات في طبقات الهواء المحاذية للبطون أكبر منها فيما عداها من النقط الأخر التي هي من نقطة المخرج المحصور بين عقدتين لكن هذه الطبقات لا يحدث فيها تضايف ولا تخلخل مدة الهزة الواحدة وأما طبقات الهواء المحاذية للعقد فتكاد أن تكون ثابتة وأكثر تضايفاً أو تخلخلًا من جميع النقط الأخر

ثم أنه قد يوجد عقدة اهتزاز في قاع الأنبوبة وبطن في قمها ففي هذه الحالة تحدث الأنبوبة الصوت الأصلي ويصير طول الموجة ضعف طول الأنبوبة

وقد يوجد عقدتان لهما في قاع الأنبوبة والثانية في ثلثها الأول بالأبدا
من الطرف المفتوح فحينئذ يكون بعد العقدتين أي طول الموجة ثلثي طول
الأنبوبة أي أنه تلك الموجة التي تحدث فيها إذا كانت العقدة واحدة وحيث
أن الصوت فيما إذا كانت العقدة واحدة مقدار واحد يقدر بثلاثة فيما إذا
وجد عقدتان فحينئذ إذا كان عدد العقد ٣ ، ٤ ، ٥ كان مقدار الصوت
٥ ، ٧ ، ٩ وهذا الناتج مطابق لما ذكرناه سابقاً

في أنابيب المفتوحة الطرفين المقابل لهما

سند توالي الأصوات الحادثة من الأنابيب المفتوحة من الطرفين المقابل لهما
ليس كتوالي الأصوات الحادثة من الأنابيب المقفولة فاذا قدر الصوت الأصلي
بالواحد أيضاً نحصل بجبر الهواء على الدخول تدريجاً أصوات تتعین مقاديرها
بالتوالي الطبيعية للأعداد ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ فحينئذ
وكان الصوت الأصلي الحادث من أنبوبة مفتوحة الطرفين في أعلى درجة حدة
الصوت الحادث من أنبوبة مقفولة أحد الطرفين
وإذا حدث صوت عن أنبوبة مفتوحة الطرفين تكون في كل من طرفيها بطن اهتزاز
وعقدة أو أكثر في طولها فإذا تكون في طولها عقدة واحدة كانت في الوسط وكان
كل نصف منها يحتوي على نصف موجة صوتية وإذا تكون في طولها بمقدتان
كانت لهما في الربع الأول بالأبداً من أحد طرفي الأنبوبة والثانية في الربع
الأول بالأبداً من الطرف الثاني

وطريقة تحقيق وجود العقد في الأنابيب المفتوحة أو المقفولة أن تثقب جدرانها
ثقوباً محاذية لهذه العقد فحينئذ لم يتغير الصوت علم أن تلك الثقوب في نقط
العقد وحيث تغير علم أن الثقوب فوق العقد أو تحتها

وإذا كانت الأنابيب أسطوانية وأدخل فيها مكبس متحرك شوهد أيضاً أنه إذا أنزل
المكبس إلى أعماق مختلفة لا يتغير الصوت إذا كان المكبس محاذياً لسطح عقدى

لسطح نفدى

وطريقة تحقيق وجود البطون والعقد تكون بقرع انبوبة مستطيلة افقية جد رانها
غير سمكية لتهتز هذه الجدران حينئذ مع عمود الهواء الداخلى فاذا سترت برمل
شاهد ان الرمل المذكور يفارق الأجزاء التى فيها البطون وينتقل نحو العقد
وقواعد المعلم يرنو بلى لا يتحقق تحققاً جيداً بالتجربة فان الانابيب سوا كانت
ذات بسم أو ريشة يتحصل عنها بالتجربة صوت اغلظ من الصوت الذى تدل عليه النظرية
ولاجل تطبيق هذه القواعد على التجربة يجب اتخاذ انابيب قطرها صغيراً جداً بالنسبة
لطولها ولا بد ان يهتز الهواء مباشرة على جميع دوائر الأنبوبة لاعلى جهة واحدة منه
فقط كما يحصل عادة وصفارة الأوتار المستعملة فى عربات البخار مؤسسه على كيفية
اتخاذ الانابيب المذكورة التى يكون فيها الصفر بواسطة لوح مهتز يضرب عليه
البخار الذى يمر بالأنبوبة اضطراراً كلياً

الدرس السادس عشر

فى عضو الصوت البشرى

يد الصوت البشرى يتولد فى الحنجرة وقت ان يمر بها الهواء الخارج من الرئتين
والحنجرة قصبة عريضة قصيرة كائنة بين الفم الخافى والقصبة الرئوية أى
القناة التى يصل بها الهواء الى الرئتين والجدران الداخلية للحنجرة المذكورة
مستورة بغشاء مخاطى يمر على رباطين بينهما فتحة مثلثية قاعدتها فى الجهة
الخلفية ورأسها فى الجهة الامامية وهذان الرباطان عبارة عن الأوتار الصوتية
السفلية وتنسبط جدران الحنجرة فوقهما ثم تنقبض واما الغشاء المخاطى فانه يستر
رباطين آخرين اصنف من الرباطين المتقدمين يعبر عنهما بالأوتار الصوتية العلوية
وبينهما شق مشابه للشق الأول وفى المسافة الكائنة بين الوترين الصوتيين
العلويين والوترين الصوتيين السفليين فى الجهة اليمنى وفى الجهة اليسرى
تجويفتان يسميان ببطنى الحنجرة وفوهة الحنجرة هى المسافة المثلثية الكائنة بين

الأوتار الصوتية اليمنى والأوتار الصوتية اليسرى وحولاً في الشقين القاعيين عبارة عن شفتي فوهة الحنجرة يتغير تباعدها بفعل بعض العضلات وعلى فوهة الحنجرة صمام لين غضروفى متحرك يسمى بالبلعوم فائدته منع الأغذية الجامدة أو المائعة عن الدخول في الحنجرة وقت البلع لأنه ينشأ عن دخولها الاختناق اذا وجدت في المسالك الهوائية وبأجولة فلا يتم جهاز الصوت الا بالتجويف الفمى وبجزء الحنجرة العلوى وبالحفر الأنفية ولا بد من شرطين في أحداث الصوت أحدهما ان يندفع الهواء الموجود في الرئتين بالزفير والثاني ان تحدث عضلات فوهة الحنجرة في الأوتار الصوتية توترًا مناسبًا تبعًا للأرادة اذن المعلوم ان الصوت لا يحدث في كل زفير وانه اذا انقطعت الأعصاب المحبهة لعضلات الحنجرة حصل الحصر للصوت الكلى

وما يدل على تكوين الصوت في الحنجرة ان القصبة الرئوية اذا كانت مفتوحة فتحة صناعية تخلف الهواء المدفوع بدون ان يمر بالحنجرة فلا يتكون صوت اصلاً فاذا سدت الفتحة المذكورة رجعت خواص الصوت له واذا كانت الفتحة فوق فوهة الحنجرة استمر الصوت طويلاً الهواء المدفع بالحنجرة ولينين جزأ الحنجرة الذي يتولد فيه الصوت فنقول ان تجارب المعلم بيطات والمعلم ماجندى اظهرت ان الأوتار السفلية الصوتية هي المولدة للصوت فلو فقدت جميع الأجزاء الأخرى للحنجرة حتى الأوتار العلوية الصوتية ولسان المزمار أيضاً لم ينقطع الصوت وزيادة على ذلك لو كشف سحرة حيوان حتى بحيث تشاهد وظيفة هذا العضو وقت تولد الصوت لظهر لنا ان الأوتار السفلية الصوتية تهتز وحدها وان الأوتار العلوية الصوتية لا تدخل لها في تكوين الصوت

وقد شغل تولد الصوت كثيراً من الطبيعيين فمنهم من شبهه عضو الصوت بمزمار ومنهم من شبهه بآلة ذات وتر او ذات ريشة ومنهم من شبهه بالطير المصاعى الذى يعلاه صياد والطيور لمحاكاتها واصل الاختلاف في آراهم عدم معرفة هل الهواء وحده هو الذى يهتز بانكساره على شفتي فوهة الحنجرة كما يهتز في الآلات

ذوات الجسم أو الأوتار الصوتية هي التي تهتز ويحدث بها بتصادمها مع الهواء المدفوع بالتنفس وتصير هي الأجزاء المولدة للصوت ثم إن المعلم موليير أنتج من التجارب المتعلقة بالريش المرنة المتقدمة أن الأجزاء الغشائية من الحنجرة هي التي تهتز وإن عضو الصوت يشبه ريشة غشائية مزدوجة وهذا الرأي أسلم الأراء لكن عضو الصوت في الحقيقة له طبيعة تخصه ولا يمكن تشبيهه مطلقاً بأي آلة معلومة فلذا اقتصر على اعتباره آلة هوائية فيها الريتان بمنزلة الكبر والقصبه الريوية بمنزلة مرسله الهوائية والفم بمنزلة الصندوق المعد لتقوية الصوت وتكييفه بطريقة تكييف القرين في الانابيب ذات الريش وكل من اللسان والأسنان والشفنتين في الصوت ذي المقاطع أي الحروف مدخل عظيم في النطق بالحروف المتحركة والحروف الساكنة

في عضو السمع

سدالة السمع في الإنسان في غاية الأتقان لأدراكه الأصوات اذ هي مشتملة على الأذن الظاهرة التي هي الصيوان الذي يلقف الأجزاء الهوائية الحاملة للأصوات وعلى القناة المخرفة التي هي الصماخ وعلى غشاء الطبلة المتصل بالصماخ الذي هو سداة فاصلة بين الأذن الظاهرة والباطنة وخلف هذا الغشاء مسافة تسمى بصندوق الطبلة بينها وبين الجزء الخلفي من الفم استطارق بقناة تسمى بوق أوستاكيوس مغشاة بغشاء رخو مخاطي في جميع طولها منفعتها بتجديد الهواء في الأذن الباطنة ويوجد في صندوق الطبلة أربع عظيمات متصلة ببعضها على هيئة سلسلة متحركة أحد طرفيها مثبت في غشاء الطبلة والثاني في فتحة من الخلف تسمى الكوة البيضية مغطاة بغشاء مخاطي أيضاً وبجانب الكوة البيضية كوة مستديرة مسدودة بغشاء أيضاً وفي باطن الجزء الصخري من العظم الصدغي ثلاث ممرجة مكوّنة للشيء الذي هو مكون من الدهليز الذي هو مسافة صغيرة ومن جزئ ملوكب يسمى الحنازون ومن ثلاث قنوات صغيرة هلالية مملوءة من جواهر رخوة مجهول منفعتها والتيه كله مملوء

بسايل ضروري للسمع بحيث لو انفجر احدى الكوتين وخرج منه هذا السائل لحدث الصمم
 بخلاف غشاء الطبلة فانه قد ينحني ويبقى السمع وان كان مع بعض تغير فيه والصيوات
 في الحيوانات الجبن طويل متحرك جدا ليتمكن من تلقف ادى دوى فكانه قرين سمعى
 وغشاء الطبلة يتوتر بالعضلات المحركة للعظيما اذا تأثر من الهواء الحائل للأهتزاز
 الصوتية والهواء المنحصر في صندوق الطبلة معد لتوصيل الأصوات للأذن
 الباطنة ويقال ان العظيما الأربع منوطة بأدراك الاصوات اللطيفة والغروف
 الواهية جدا التي تقع بينها بدليل انها اذا انحقت من داء نشأ عن ذلك فقد انت
 دقة حس السمع والأعصاب اللطيفة الرخوة المنتشرة في جميع هذه الأجزاء هي التي
 بها تدرك الأصوات فهي المكونة لحس السمع

الباب السادس الدرس الثامن عشر في المغناطيسية

في خواص الأجسام المغناطيسية

سيد الأجسام المغناطيسية أجسام تجذب الحديد وهي كثيرة على الكرة وأكثر وجودها في معادن الحديد وهناك جبال مكوّنة بالكلية من تلك الأجسام وتجذب الأجسام المغناطيسية للحديد ما ان يكون بالملامسة واما بالتقريب فاذا دفن جسم مغناطيسي في برادة الحديد التصقت على سطحه واذا قرب هذا الجسم المغناطيسي من البرادة المذكورة على نوع من البعد وثبت اليه ورسبت عليه وتوصل الى هذه النتائج بتعليق قطعة صغيرة من الحديد في طرف خيط غير مبروم وتقريب جسم مغناطيسي منها ويستعمل هذا الجهاز الصغير المسمى في بعض العبارات بالبندول المغناطيسي لبيان ان الجذب يتناقص بتزايد البعد وانه ينفذ من جميع الاجسام ومن الفراغ ايضا الا الحديد فلا يتجاوزه التأثير الى غيره ثم ان القوة المغناطيسية مغايرة للقوة الجذبية العنصرية والقوة الدفعية الحرارية

في قولبي المغناطيس

سيد مقدار القوة المغناطيسية ليست واحدة في جميع نقط الجسم المغناطيسي ولتحقيق ذلك ندحرج جسما مغناطيسيا في برادة الحديد أو تقرب اجزائه المختلفة للبندول فنشاهد ان البرادة لا تستقر بطبقة منتظمة وان الزوفان الذي يحدثه في البندول يتغير من نقطة الى اخرى وهاتان الحادتان يسهل تحقيقهما كائنا ما كان جسم الجسم المغناطيسي وشكله الا انهما يتضحان جدا في الأجسام المغناطيسية الأسطوانية أو المنشورية وذلك ان اثر البرادة لا يشاهد نحو الوسط منها (كما في الشكل ١٩)

وبالقرب من النهايتين تشاهد خيوط
من البرادة يزداد طولها وعددها
وان المزوغان بكاد ان ينعدم في الوسط
ويتزايد بالقرب من الطرفين حتى يصل
فيهما الى النهاية الكبرى

والنقط التي يظهر فيها انعدام القوة
المغناطيسية يتكوّن عنها خط متوسط

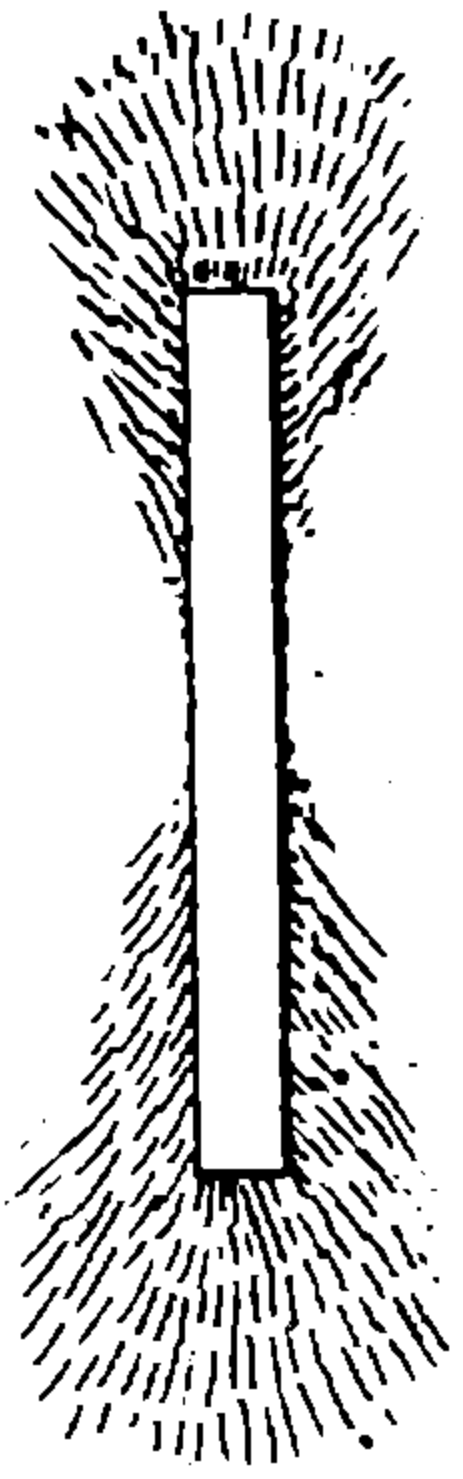
يسمى بخط الخود والنقطتان اللتان تظهر في كل

منها نهاية القوة المغناطيسية تسميان بالقطبين والمراد بالقطبين هنا نقطتنا كائنتا
في الجسم المغناطيسي على جهتي الخط المتوسط وكل منهما يمكن اعتباره نقطة وقوع
محصلة القوى المغناطيسية التي تؤثر من جهة واحدة من هذا الخط وهاتان النقطتان
قويتان جداً من النهايتين وهما على بعد واحد من الخط المتوسط دائماً

وبجميع الأجسام المغناطيسية خط متوسط وقطبان فاذا قسمنا الجسم المغناطيسي
الى جزين ثم قسمنا كل جز الى جزين آخرين وادمنا القسمة بقدر ما يمكن بواسطة الطرق
الميكانيكية ظهر لنا ان كلّا من هذه الأجزاء لا يزال مغناطيسياً كالأول ذاتي القطبين
وخط متوسط فحينئذ يعلم انه يستحيل انفصال قطبي الجسم المغناطيسي عنه

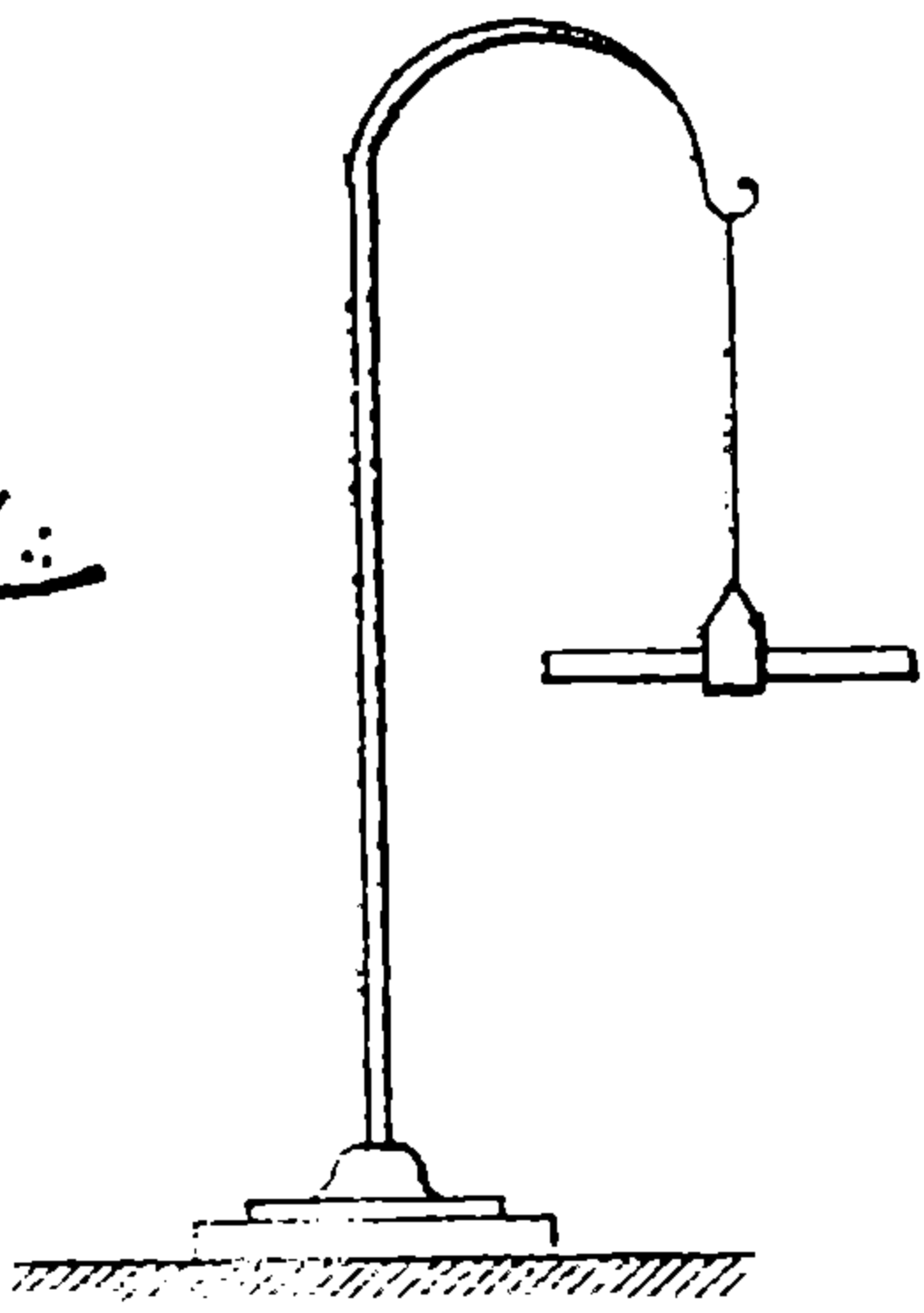
في التأثير المتعاكس بين لقطبي المغناطيس

يبدأ الأقطاب المغناطيسية تجذب الحديد اليها بكيفية واحدة لكن تجاذبها
ليس بكيفية واحدة فانه اذا تجاذب قطبان من جسمين مغناطيسيين وعكس
وضع قطبي أحدهما مع بقاء الجسم الآخر تنازلاً وبيان ذلك ننشئ
كما في الشكل (٩٠) قضيباً مغناطيسياً في ركاب من ورق معلق في طرف خيط غير مفتول
ثم نقرب لأحد قطبيه قطبا مغناطيسياً آخر واحداً بعد واحد فنشاهد انه يتجذب
بأحدها ويبقى من الآخر وهذه النتيجة تحدث بعينها في جميع اقطاب الأجسام



شكل ٨٩

المغناطيسية والأقطاب التي تؤثر بكيفية
واحدة على القطب الواحد من أي جسم مغناطيسي
تسمى بالأقطاب المتجاذبة سواء كان تأثيرها
جذباً أو تنافراً وأما الأقطاب التي لا تؤثر
بكيفية واحدة فتسمى بالأقطاب المتباعدة
وبواسطة هذا الجهاز يسهل تحقيق
تنافر الأقطاب المتجاذبة وتجاذب الأقطاب
المتباعدة



شكل ٩٠

في الفرض المتعلق بالسيال المغناطيسي

يبدو خواص الأجسام المغناطيسية منسوبة لمؤثر مخصوص يسمى بالسيال المغناطيسي
وهو سيال متسلطن في جميع أجزاء الجسم المغناطيسي ويمكن فصل ارتباط هذا السيل
بمادة الجسم القابلة للوزن بتسخين ذلك الجسم حتى يصل إلى درجة
الأحرار فانه بذلك يفقد خواصه المغناطيسية وليس السيل المذكور منقاداً
لناثير التناقل لانه يمكن مغطسة عدة قضبان من الفولاذ بجسم مغناطيسي
بدون أن ينقص ثقل الجسم المغناطيسي وبدون أن يزداد ثقل القضبان
وليس السيل المغناطيسي بسيطاً أي مكوناً من أجزاء متجانسة لأن أقطاب الأجسام
المغناطيسية تؤثر في بعضها تارة بالتجاذب وتارة بالتنافر فينبغي حينئذ أن يكون
السيال المغناطيسي مركباً من سيالين مختلفين يسمى أحدهما بالسيال الجذولي والآخر
بالسيال الشامي وكل منهما يجذب الآخر وأجزاءها تتنافر من بعضها وسيتم سبب
هذه التسمية ولا ينبغي أن يظن أن أحدهما من السيالين منفصل عن الآخر في الجسم
المغناطيسي في جانب يخصه من جانبي المحط المتوسط أي ليس كل نصف من النصف
الجسم المغناطيسي يحتوي على سيال واحد فقط لانه لو كان كذلك لأمكن بفصل
الجسم المغناطيسي من وسطه افتراق سياليه المغناطيسيين ولأمكن أيضاً انفصال
قطبيه فيجب أن يسلم ما قاله المعلم كليب من أن السيالين المختلفين يتعاقبان

بالتوالي في جميع امتداد الجسم المغناطيسي وان هذا الامتداد مركب لهذه الكيفية من عدة جواهر فردة كل واحد منها يحتوي على كيتين متساويتين من السيلين وجواهر الجسم المغناطيسي التي تحتوي على السيلين تسمى بالاصول المغناطيسية ولم يعلم هل هذه الاصول قدر عناصر المغناطيس أو تزيد أو تنقص عنها في الامتداد وقد توصل المعلم بواسون الى توضيح جميع الحوادث المغناطيسية بتطبيق الحساب على هذا الفرض

وليس حجر المغناطيس وحده مشتملاً على السيلين المغناطيسين فان الحديد والفولاذ وجميع الاجسام القابلة للمغطة تحتوي على السيلين ايضاً وهناك بعض تجارب لبيان وجود السيلين المغناطيسين وكيفية وضعهما في هذه الاجسام

وذلك انه اذا عُرِضَتْ اسطوانة صغيرة من الحديد لأحد قطبي قضيب ممغنط تمغنطت في الحال وتحقق ممغنطتها يكون بدرجة البرادة الحديد عليها هذه البرادة تصطف بخير انتظام على نقطتها وتتراكم في الطرفين ولا تلتصق بالجزء القريب من الوسط ولا بالوسط فقد اكتسب الحديد بمغنطته خطاً متوسطاً وقطبين اعني انه اكتسب جميع خواص الجسم المغناطيسي ويبقى على حاله المغناطيسية مادام التأثير حاصلًا ويفقد حال انقطاع التأثير وليست مغطسة الاسطوانة المذكورة بسريان سيلان القضيب المغناطيسي في الحديد لو كان كذلك لبقى الحديد ممغنطاً بعد انقطاع تأثير القضيب المغناطيسي فيه وايضاً لو كان هناك سريان لكان الحديد لا يشقل الاعلى سيلان واحد مع انه يشتمل على السيلين معاً كما دل عليه خطه المتوسط وقطباه فاصطروا الى تسليم ان الحديد يشتمل على السيلين معاً

لكن الحديد في حاله الطبيعية اعني حاله كونه منفرداً عن كل جسم ممغنط لا يكون وضع السيلين فيه كوضعها في الجسم المغناطيسي فلا يكونان منفردين في نهايتيه المتقابلتين لانه لو كان كذلك لأثر على الجسم المغناطيسي تارة بالتجاذب وتارة بالتنافر فيجب حينئذ ان يكون سيلانه متحدين اتحاداً كلياً وتعرض الحديد

وبتفريغ الحديد لتأثير جسم مغناطيسى فيه يؤثر السيال المتسلطن في القطب الأقرب
لنقطة التماس فمما السيالين الطبيعيين المتحدين في الحديد فيحللها بجذبه السيال
المضاد له وتنفيه السيال الآخر فيبقى السيالان متحللين أى منفصلين بدوام التأثير
ويعود تركيبهما ثانياً بتجاذبهما عند انقطاع التأثير

ومن حيث أن السيالين المغناطيسيين هنا ناتجان من التحليل لا ينتقلون بالأرادة
من أحد طرفي أسطوانة الحديد لطرفها الآخر لأنه إذا قطعت هذه الأسطوانة
إلى جزئين حال تأثير الجسم المغناطيسى فيها لا يظهر أثر المغناطيسية في الجزء
المفصل عن جزء التماس فهذا يبين أن السيالين المتضادين يتماحيان في الجزء
المفصل وانهما قد وجدافيه بكمية واحدة فحينئذٍ عنصرا جزء السيال
الطبيعى يبقيان بعد تحليلهما متباعدين بعداً قليلاً جداً ولا يفارقان الأصل
المفطس بل يريان فيه بطريقة مشابهة لسريانها في الجسم المغناطيسى
وقد لا يحتاج في تحليل السيال الطبيعى للحديد

إلى ملازمة الحديد بالجسم المغناطيسى فيكنى وضع الحديد
على بعد من الجسم المغناطيسى وينشأ عن سهولة أحداث تحليل السيالين
وعود تركيبهما في الحديد أنه إذا علقنا أسطوانة صغيرة من الحديد في جسم
مغناطيسى صارت مثله قابلة للتأثير في مثلها فإذا عرض لها أسطوانة أخرى
جذبتهما وكذا إذا عرض لهذه الأخيرة ثالثة وللكالثة رابعة وهكذا على حسب
قوة الجسم المغناطيسى وليست قوة التحليل المغناطيسى واحدة في جميع الأسطوانة
فإنها تتناقص بالأبتداء من الأولى ولذا إذا استمرينا على سلسلة هذه السلسلة
المعلقة وصلنا إلى أسطوانة لا تجذب غيرها أصلاً فتكون حينئذٍ مجردة عن قوة
التحليل وبعد الوصول إلى هذا الحديد يمكن أن تنقص قوة التحليل المغناطيسى أو تزيدها
بأن نضع فوق الجسم المغناطيسى القطب المضاد أو المماثل من جسم مغناطيسى آخر
وحينئذٍ لا تحفظ السلسلة جميع تلك الأسطوانات أو تقبل أسطوانات أخرى

والسبب لان المغناطيسية لا يتخللون دائماً بمجرد تعرض الأجسام المغناطيسية فان الحديد المطروق والحديد الملولى والحديد المؤكسد انما تنفطس بجها بمغناطيس أو بآلاتها ملازمة له زمنًا طويلاً لأن هيئات الحديد المذكورة تفوق انفصال السبيل والقوة التي تحدث هذا التعويق تسمى بالقوة المعوقة واذا تنفطس الحديد الذى به القوة المعوقة بقيت فيه خواصه المغناطيسية بعد انقطاع تأثير الأجسام المغناطيسية فيؤثر في الحديد غير المنفطس تأثيراً جاذبياً ويؤثر في الأجسام المغناطيسية تأثيراً جاذبياً أو نفرياً فيلزم حينئذ تسليم ان فيه ايضاً قوة معوقة لعود تركيب السبيلين المنفصلين وتختلف هذه القوة في الحديد في عدة احوال والحديد الذى ليست فيه هذه القوة يسمى بالحديد المطاوع فالقوة المعوقة في الفولاذ اقوى منها في الحديد ومع ذلك فتغير فيه لعدة اسباب منها السقي فيزداد تأثيرها بزيادة السقي بحيث يمكن بواسطة السقي الجيد ان تكتسب الأبر والقضبان التي تستعمل في التجارب حالة مغناطيسية لا تحتل مدة عدة سنوات

في راجع المغناطيسية

يد الحديد وكثير من الأجسام الداخل فيها اتحاداً أو خلطاً فيها الخواص المغناطيسية^{١٠٣} فان حجر المغناطيس الذى يوجد بكثرة في معادن الحديد انما هو مركب حديدى أو كبريتي والفولاذ الذى يعمل منه المغناطيس الصناعى مركب حديدى كربونى وكل من الفونت والبلماجين واغلب اكاسيد الحديد واملأه تتجاذب مع الأجسام المغناطيسية ومن الأجسام ما يضعف الخواص المغناطيسية للحديد أكثر من غيره كالكبريت والزرنيخ با اتحاده معه ومن الأجسام البسيطة ما فيه الخواص المغناطيسية كالنيكل والكوبلت والكروم والمغنيز وهذه الأجسام يمكن اكسابها القوة المعوقة بالحديد ببعض مؤثرات ميكانيكية أو ببعض طرق كيميائية فان المغنيز لا يؤثر في الأتربة

المفطرة الا في الحرارة التي درجتها من ١٥ الى ١٠ تحت الصفر كما اظهر ذلك المعلم
بويني بتجاربه

والفرق بين الأجسام المغناطيسية والأجسام المفطرة ان الأولى تحتوى
على السيلين في الحالة الطبيعية وتؤثر تأثيراً جدياً في جميع نقط الأبرة المفطرة
واما الثانية فتحتوى على السيلين المنفصلين وتؤثر تارة بالجذب وتارة بالتفوق

الدرس التاسع عشر

في المغناطيسية الأرضية

سيد الأبرة المفطرة الموضوعة على حامل والمحركة بلا مانع حول مركزها في مستوي

افقى يتجه كما في شط (٩١) نحو الشمال فاذا

حوّلت عن هذا الوضع رجعت اليه بقوة غير

مدركة وبقيت فيه متوازنة بعد جملة

ارتجاجات فالقوة التي تؤثر في الأبرة هي

القوة المغناطيسية لانها لا تغير اتجاه الأبر

التي من الخشب أو من النحاس ومن جميع الأجسام

غير المغناطيسية وطريقة تأثيرها كطريقة تأثير الأجسام المغناطيسية لأن

قطب الأبرة المجدوب نحو الشمال لا يزال كذلك مهما حوّلت وضعها في أى محل كان

من أحد نصفي الكرة والقطب المدفوع عن الشمال المجدوب نحو الجنوب وكذلك

وهذه الحادثة تشاهد في جميع أماكن النصف الواحد من الكرة وفي المعادن

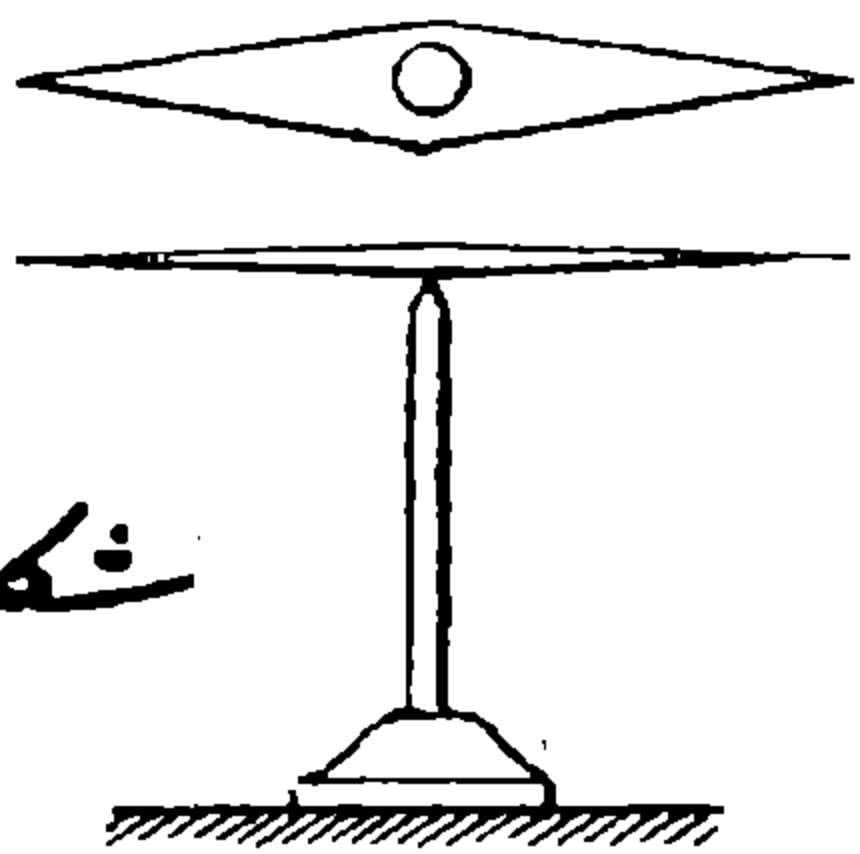
العميقة جداً وفي الطبقات الجوية العالية جداً التي أمكن الوصول اليها

ومقارنة الأرصاد الواقعة في جملة من أقطار الكرة بالنظر لجميع الحوادث ظهر

ان الأرض كأنها جسم مغناطيسي خطه المتوسط منحرف على خط الاستواء

وقطباه قوسان من قطبي الكرة الجغرافيين وكل قطب من القطبين المغناطيسيين

للكرة يسمى باسم القطب الجغرافي القريب منه وعليه فالقطب المغناطيسي



لجزء الكرة الذي نحن فيه يسمى بالقطب الشمالى والقطب المقابل له يسمى بالقطب الجنوبى وقطب الأبرة الذى يتجه نحو الشمال يحتوى على السيلال الجنوبى لانه مجذوب بقطب الكرة الشمالى او بالسيلال الشمالى المتسلطن فى هذا القطب واما قطبها الذى يتجه نحو الجنوب فانه يحتوى على السيلال الشمالى فحينئذ تسمية قطبى الأبرة بالشمالى والجنوبى انما هو تابع لتسمية قطبى الأرض بالشمالى والجنوبى

فى الأخراف

سيد قد ذكرنا ان الأبرة الممغنسة المتحركة حول مركزها فى مستواها فى اتجاه نحو الشمال ومع ذلك فلا ينطبق اتجاه الأبرة على الخط الجانبي بل يصنع معه زاوية تسمى بزاوية الأخراف ثم ان الأخراف هنا يكون شرقياً أو غربياً على حسب كون القطب الشمالى من الأبرة شرقى الخط الجانبي أو غربيه وكان فى مدينة باريس سنة ١٨٤٦ مسجدة غربياً وكان يقرب من ٢٢ درجة

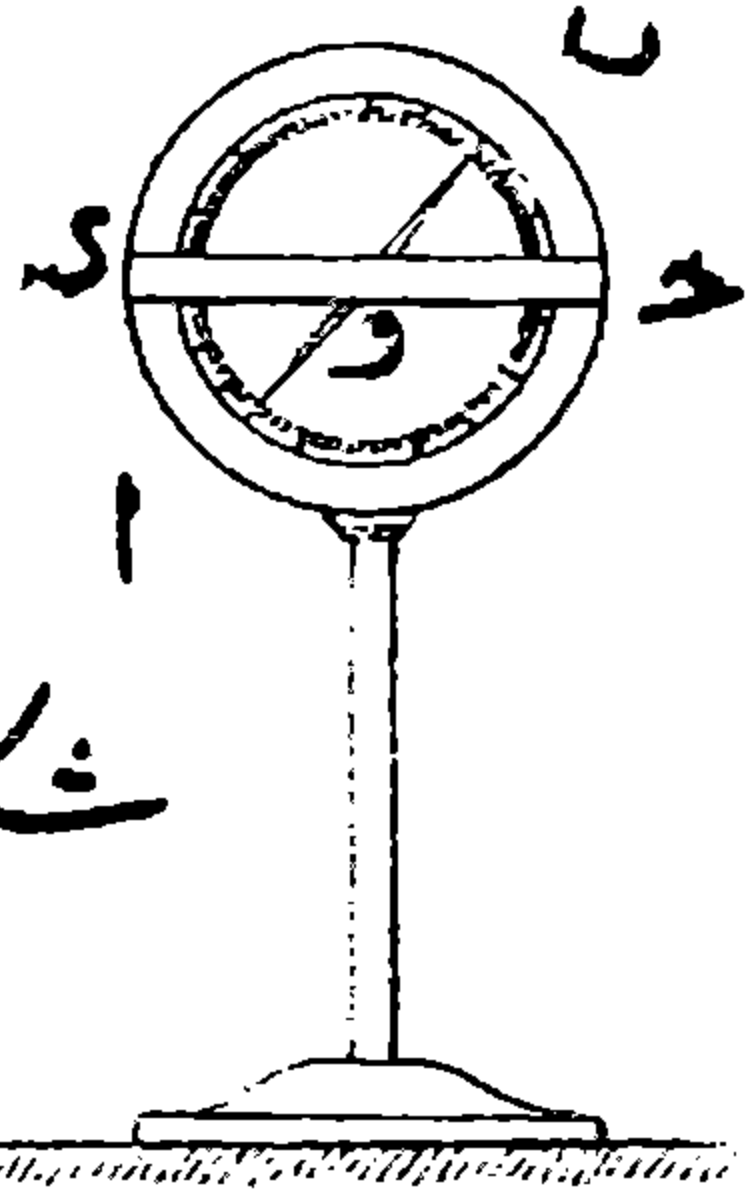
والمستوى الجانبي المغناطيسى هو المستوى المار بمركز الكرة وباتجاه الأبرة الممغنسة والمستوى الجانبي الجغرافى هو المستوى المار بمركز الكرة وبالخط الجانبي وهذا المستويان راسيان لان كلا منهما يمر بالخط الراسى والزاوية التى تحدث بينهما تقاس بالأخراف

والآلات المعدة لقياس الأخراف تسمى ببصل الأخراف وابرة البصل فى مركزها فمن من مادة متينة جداً كالعقيق مثلاً وهى موصوعة على حامل رأسى ومظروفة فى علبة وطرفاها يتحركا على ميسنة ساعية مقسومة الى اقسام متساوية وينبغى ان تكون رقيقة جداً وان يكون شكلها ذا سنين حادين لاجل تقليل احتكاكها على حاملها وازدياد قوتها الاتجاهية ثم ان الأخراف يتعين بتطبيق نهاية نصف قطر الميسنة المحاذى للصفر على الخط الجانبي وقراءة درج القوس المحصور بين هذا الصفر والطرف الشمالى من الأبرة والبصل المعدة للأرصاد الدقيقة أتم

أتم وأكثر تركباً من غيرها ووصفها يخرجنا عما نحن بصدده
وكانت البصلة مستعملة عند أهل الصين قبل الميلاد بنحو أكثر من ألف سنة ولم تعرف
في أوروبا إلا في القرن الثاني عشر حتى أن استعمالها لم يشتهر إلا في ستلثة مسيحية

في الميل

يد ابرة الميل هي ابرة ممقطسة في مركز ثقلها محورها في تحركه بدون عائق في المستوى
الرأسي العمودي على هذا المحور والزاوية التي تصنعها مع الأفق تتغير بتغير وضع
المستوى الرأسي الذي تتحرك فيه وتسمى زاوية الميل حين ينطبق هذا المستوى
على المستوى الجانبي المغناطيسي ثم ان الأبرة تصنع مع الأفق اربع زوايا متساوية
مثنى وا صغر الزاويتين الحادتين من نصفها الأسفل مع الأفق هي التي تؤخذ لقياس
الميل فاذا كانت الأبرة متجهة مثلاً نحو α كافي (شكل ٩٠) كانت الزاوية



شكل ٩٢

أو د هي الميل وقد كانت زاوية الميل في باريس
ستلثة مسيحية ٧٦ درجة تقريباً وكانت

القطب الجنوبي هو المائل على الأفق

ويزداد الميل تبعاً للعرض ويختلف قليلاً
عن ٩٠ درجة في الأقطار القطبية

ويطاد ان يعدم بالقرب من خط الاستواء

وتتابع النقط المنعدم فيها الميل يكون حول الأرض مثنياً يسمى بخط الاستواء

المغناطيسي واحد جزئى هذا المثنى غير منتظم في مساره واما الجزء الأخر فانه

على شكل دائرة عظمى مائلة على خط الاستواء الجغرافي بقدر ١٥ أو ١٦ درجة

وتتغير شكله ووضعها بتغير الزمن وينخفض قطب الأبرة الجنوبي نحو الأفق

في جز الكرة الكائن فوق خط الاستواء المغناطيسي ويرتفع ثانياً في

الجزء الأخر

الدرس العشرون في تغيرات الانحراف والميل

يبدأ تغير الانحراف في مدينة باريس من ابتداء سنة ١٥٨٠ ميسحية بقدر ٢٢ بالأقل فطان ٢٠ ر ١١ نحو المشرق سنة ١٥٨٠ ميسحية و ٢٠ ر ٢٢ نحو المغرب سنة ١٨٢٤ وكان الطرف الشمالي من الأبرة متجهًا دائمًا نحو المغرب من ابتداء سنة ١٥٨٠ إلى سنة ١٨١٩ أو سنة ١٨٢٤ ويقرب الآن من المشرق وأكبر انحراف غربي حصل في باريس كان ٢٠ ر ٢٢ ويتغير الميل أيضًا في المحل الواحد بتغير الزمن فقد نقص في باريس من ابتداء سنة ١٦٧٠ وهي سنة مبدأ الأرصاد فطان ٧٥ في المدة المذكورة وفي سنة ١٨٤٦ وصل إلى ٤٠ ر ٦٧ وتغيرات الانحراف والميل ليست واحدة في السنة الواحدة

يبدأ الأبرة المخططة منقادة لتغيرات يومية كالهود البارومتري فتبتدي في التحرك في الساعة السابعة أو الثامنة قبل الزوال ويتهجه قطبها الشمالي غربي الجانبين المغناطيسي ويتم زواياها بين الزوال والساعة الثالثة بعده ثم ترجع إلى المشرق في الساعة الثامنة أو التاسعة بعد الزوال وتبقى ثابتة تقريبًا مدة الباقي من الليل وليست التغيرات اليومية واحدة في جميع اوقات السنة فهي في الصيف أكبر منها في الشتاء ومقدارها المتوسط من ١٤ إلى ٥١ في مدة الربيع والصيف ومن ٨ إلى ١٠ في مدة الخريف والشتاء وقد ظهر من أرصاد المعلم كاسيني أن الأبرة المخططة منقادة للتغيرات المذكورة في مغارات رصد خانة باريس التي عمقها ٨٠ مترًا تحت سطح الأرض

والتغيرات اليومية أقل انتظامًا في دانيماركة وفي اسكندرية وكل إقليم أقرب للقطب الشمالي من غيره فلا تصل التغيرات المذكورة فيها لنهاياتها في الساعات المذكورة ولا تبقى الأبرة ثابتة مدة الليل كما في إقليم فرنسا وسعنها القوسية تزيد فيها عن سعنها في باريس وتتناقص تلك التغيرات في الأقاليم الاستوائية

حتى يظهر انعدامها بالكلية على خط الاستواء المغناطيسي وتنعكس تلك التغيرات في نصف الكرة الجنوبي اعني ان الطرق الشمالي من الأبرة يتجه نحو المشرق في الساعات التي كان يتجه فيها نحو المغرب في نصف الكرة الشمالي ولا يمكن رصد التغيرات اليومية الا بواسطة آلات دقيقة

سيد ويحصل ايضا للأبرة الممغنطة في بعض الأحيان تغيرات عارضية اى اضطرابات تحدث غالباً من الايسفار الشمالي وتظهر قبل ظهوره بحملة ساعات ولا تنقطع الا بعد انقطاعه بحملة ساعات وتتأثر الأبرة الممغنطة من تأثيره ولومن بعد عظيم فتحدث زوغاً يزداد كلما كانت الأبرة بالقرب من محل ظهوره واليسفار الشمالي نادر الحصول في اقاليم فرنسا ويظهر غالباً في الأقاليم الشديدة القرب من الشمال سيما في الأقاليم القطبية وهذا الحادث يظهر عادة وقت غروب الشمس بظباب يشاهد نحو الشمال ويضوء يظهر انه صاعد على هيئة خطوط رأسية من جميع نقط الأفق ثم بعد برهة يرتفع عمودان عريضان من الضوئ شرق الخط الجانبي المغناطيسي وغريبه يمتدان شيئاً فشيئاً ثم يميل كل منهما للأخر ويجمعان على ارتفاع عظيم والمسافة الطائفة في هذا القوس تكون في العادة معتمة جداً ولا تستنير الا بضوء ضعيف يأتيها من المسافات الشديدة القرب منها واما القوس فانه يكون نيراً جداً ويقذف على الدوام شهباً من النار ترتفع فوق تحدبه ويتجه نحو سمت رأسه فتتركز هنالك في دائرة صغيرة جداً او تكون تاج الايسفار الشمالي فعند ذلك يتم تكون الايسفار المذكور وبعد برهة تقل تلك الشهب ويضعف الضوئ فيندم التاج ويصير القوس مظلاً

ولا يكون الايسفار الشمالي مضيئاً بالكلية ولا كاملاً بل الغالب ان يكون التاج ناقصاً وعمود الضوئ الخارج من الأفق لا يمكن اجتماعهما والغالب ايضا ان لا يظهر الا نور قوي بدون قوس وبدون تاج والى الآن لم يوضح الايسفار الشمالي توضيحاً كافياً ومع ذلك فقد تحقق انه مرتبط

بالمغناطيس الأرضي ارتباطاً قوياً لأنه لا يؤثر ثباتاً غيراً قوياً في الأبرة المغناطيسية
وثانياً أن دوائر القوس الضوئي يوجد دائماً على جانبي المغناطيسية وثالثاً أن تاج
الشمس يظهر على اتجاه ابرة ميل المحل الذي يحدث فيه هذا الحادث
وكل من الطبقات الولكانية والزلازل الأرضية تساعد الاسفار السماوية
لاختلاف التغيرات اليومية للأبرة المغناطيسية

الدرس الحادي والعشرون

في تأثيرات تجامى بدأرض

سبب تأثير الأرض في الأجسام المغناطيسية ليس كقوة جاذبية ولا كقوة
دفعية ولا يمكن بيان تأثيرها إلا بالأزواج ولا ثبات هذا يلزم في أول الأمر
اعتبار أن القطبين المغناطيسيين للأرض كائنان على بعد لا نهائى بالنسبة
لامتداد الأجسام المغناطيسية وعليه فيمكن أن تعتبر تأثيرات المغناطيس
الأرضي في السيلالين المحليين كائنين في الجسم المغناطيسي قوى متوازنية
وتأثيرات القطب الشمالي الأرضي في عناصر السيلال الجنوبي المنفرد في أحد
جزئى الجسم المغناطيسي تؤل الى قوة محصلة مساوية لمجموعها وكذلك تأثيرات
القطب الشمالي في عناصر السيلال الشمالي المنفرد في الجزء الأخرى لها تؤل أيضاً
الى قوة محصلة مساوية لمجموعها فينتج من هاتين المحصلتين ازدواج لانهما متوازيتان
ومتساويتان ومعتبتان في جهتين متضادتين وواقعتان في نقطتين مختلفتين
وتأثيرات القطب الجنوبي الأرضي في الجسم المغناطيسي تؤل أيضاً الى
ازدواج والأزدواج المركب من هذين الأزواجين البسيطين هو الذى يبين
التأثير المغناطيسي الأرضي في الجسم المغناطيسي

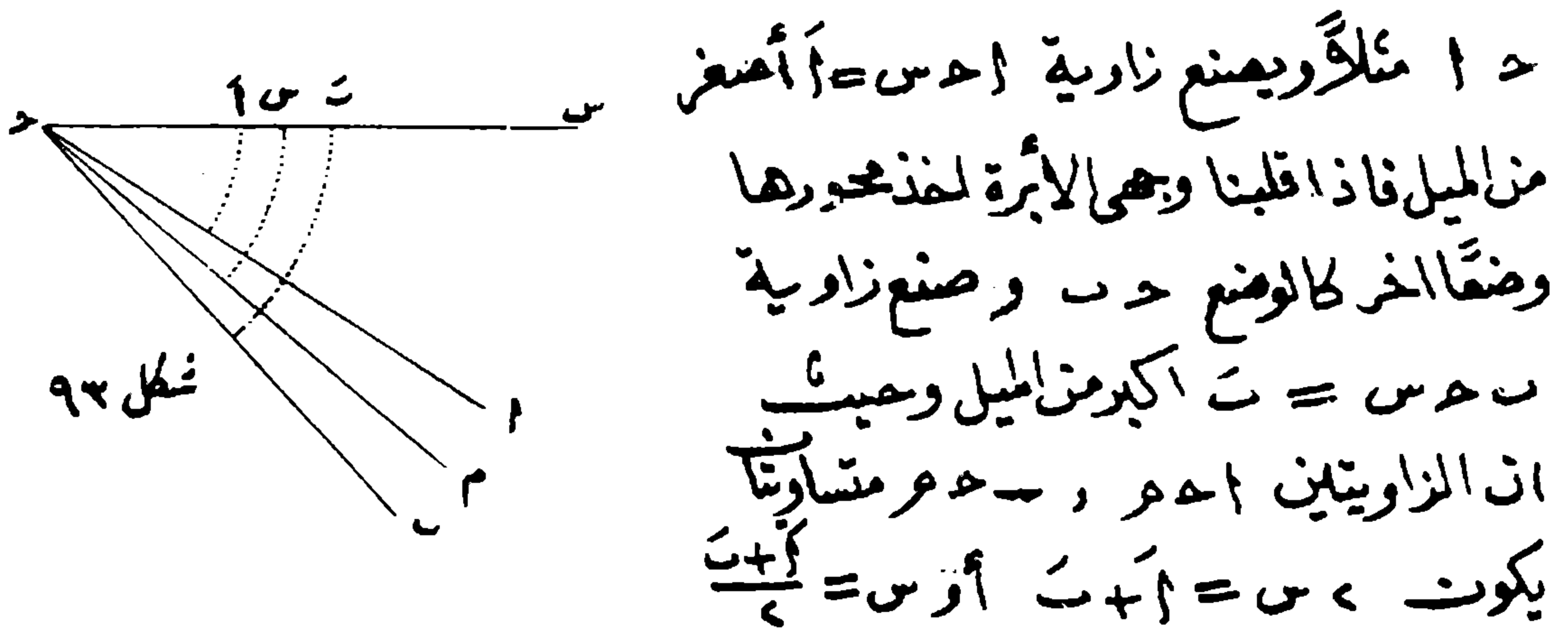
فينتج من هذا أن تأثير مغناطيس الأرض في الجسم المغناطيسي لا يمكن
تحويله الى قوة واحدة وتحقيق هذه النتيجة بالتجربة ان يقال لو وجدت قوة
واحدة لأمكن تخليصها الى اثنتين احدها رأسية والاخرى افقية

افقية فلو وجدت القوة الرأسية لأضيفت إلى ثقل الجسم المغناطيسي أو طرحت منه بحسب تأثيرها في اتجاه التناقل أو في اتجاه مضاد له وعليه فلا يكون ثقل قضيب الفولاذ قبل المغطسة وبعدها واحداً مع أنه واحد فلا وجود للرأسية ولو وجدت القوة الأفقية لعرفت بوضع ابرة ممغطسة على قطعة من خشب الفلين ساجدة على سطح مائل لأنّها حينئذٍ تجذب الفلين حتى يمس ما يمنعها مع أنه لا وجود لأثر هذه الحركة فلا وجود للأفقية بل الواقع أن الأبرة تأخذ اتجاهها معيئاً متى وصلت إلى هذا الاتجاه بقيت فيه ثابتة ولو وضعت في وسط مجسم مانع فهذه المثابة لا يمكن أن يجذب التأثير المغناطيسي الأرضي الأجسام المغناطيسية ولا أن ينفرها بل يوجهها بدون أن يحوّل مركز ثقلها وليس الأمر كذلك إذا كان الجسم المغناطيسي قريباً جداً من أحد قطبي الأرض لانه في هذه الحالة لا تكون القوى المغناطيسية متوازية حينئذٍ تؤثر الأرض في الجسم المغناطيسي تأثيراً جذبياً أو دافئياً على حسب طبيعة الأقطاب الأشد قرباً من غيرها ويمكن تعيين اتجاه قوى الأزواج الأرضي في أي نقطة من الكرة الأرضية فانه ينطبق دائماً على اتجاه ابرة ممغطسة معلقة من مركز ثقلها بخيط غير مبروم لا يمنعها عن الحركة لأن الأبرة المعلقة بهذه الكيفية لا يمكن أن تبقى متوازنة الا اذا كانت محورها على اتجاه القوى المغناطيسية المؤثرة فيها ويتبين أيضاً اتجاه القوة المغناطيسية للأرض بوضع ابرة الميل المتحركة في المستوى الجانبي المغناطيسي وضعاً متوازناً

ونقطتا وقوع قوى الأزواج الأرضي هما قطبا الأبرة والمستقيم المار بهما يتبين النقطتين هو الذي يلزم اخذه لبيان اتجاه التأثير المغناطيسي الأرضي في ابرة الميل أو في أي ابرة معلقة التعليق وهذا المستقيم هو المحور للأبرة المغناطيسية وينطبق على محور شكلها حين يكون تمغطس الأبرة منتظماً وينحرف عنه حين يكون تمغطسها غير منتظم

وحين يكون تمغطس الأبر غير منتظم كما هو الواقع عادة تستعمل طريقة بدعية معروفة

باسم طريقة التقلب فائدتها تعيين مقدار الميل بالمنبط وتعيين اتجاه التأثير المغناطيسي الأرضي فاذا كان α مركز ابرة ميل كافي (شكل ٩٣) و α ح α الأفق المار بالنقطة α في المستوى المحاذي للمغناطيسي و α ح α محور الأبرة المغناطيسي فمحورها يأخذ اتجاهها غير اتجاه α ح α كالاتجاه



هو مقدار الميل اعني ان الميل يتحصل بأخذ نصف مجموع الزاويتين الحادثتين من محور شكل الأبرة مع الأفق في وضعيها وكثيراً ما تستعمل طريقة التقلب في الطبيعة والفلك فالواجب استعمالها فيما اذا اريد تعيين اي ميل أو اي انحراف.

الدرس الثاني والعشرون

في المغطسة

في المغطسة بتأثير الأرض

سعد حيث ان الأرض تشبه الجسم المغناطيسي تؤثر في الأجسام المغناطيسية اما في جذب سياليتها المنفصلين أو في دفعها أو في تحليل سياليتها الطبيعي وجميع هذه الأجسام منقادة على السوية لتأثيرها فيها غير ان التأثيرات التي تحدثها فيها تتغير تبعاً لقوتها المعروفة ولأبعادها ولشكلها ولوضعها بالنسبة للمحور المغناطيسي الأرضي ولتغيرنا تأثيرها في الحديد المطاوع فنقول

اذا اخذ قضيب من الحديد المطاوع طوله ١١٠ الى ١٤٠ سنتيمتراً ووضع رأسياً والأحسن ان يكون وضعه في اتجاه المحور المغناطيسي الأرضي وقرب الأماكن منه

مختلفة ابرة صغيرة ممغنطة تبين ان الأماكن السفلى تجذب قطبها الشمالي وان
الأماكن العليا تنفره وتبين ايضا ان التأثير الحادث يتزايد بالأبتداء من الأماكن
المتوسطة الى الأماكن المتطرفة فينتج من ذلك ان قضيب الحديد المطاوع قد
تمغنط بتأثير الأرض وان سياليه صار موضوعين بكيفية ان الجزء الأسفل موضوع
بالقرب من القطب الشمالي من جسم مغناطيسى

وتقل قوة تحليل سيالى الحديد كلما قل طول القضيب ويكاد ان ينعدم اثر التحليل
اذا كان طول القضيب بعض مليمترات وتقل قوة التحليل ايضا اذا زاد ميل القضيب
على المحور المغناطيسى الأرضى وينعدم التحليل بالطية فى المستوى العمودى
على هذا الاتجاه

والسيالان المحلان فى الحديد المطاوع يميلان دائما الى عود تركيبهما بتجاهيهما
فيعود تركيبهما كلما صار القضيب ممنوعا عن تأثير الأرض أو كلما كان اتجاهه
غير رأسى بالكفاية وهذا التركيب وقتى كان التحليل كذلك ولهذا يكن قلب
القضيب لاجل ان يتعاكس وضع السيلتين فيتمغنط بالعكس ومهما كان المقلب
سريعا متعديا افا ل طرف الأسفل من القضيب هو الذى يحتوى دائما على السيل
الجنوبى (هذا فى نصف الكرة الشمالى وعكسه يحصل فى نصف الكرة الجنوبى)
ويمكن تثبيت القطبين فى قضيب الحديد ومنع عود تركيب سياليه وذلك بتقوية
قوته المعوقة مدة التأثير الأرضى بطريقة على الحد طرفيه فيحفظ بعد
الطرق مغناطيسية فى سائر أوضاعه ولا يتغير قطباه والقوة المعوقة الحادثة
بالطرق لا تمكث زمنا طويلا لأنها تنعدم بعد جملة ايام والغالب انعدامها
بعد جملة ساعات فيضطر للطرق جديد لأحداثها وكل من الى وتأثير المبرد والتأكد
واغلب المؤثرات الميكانيكية أو الكيماوية تولد القوة المعوقة ايضا فى الأجسام
المغناطيسية وتثبت السيلتين المخيلين بتأثير ولهذا يندر وجود جسم من الأرض
هذه الأجسام خاليا عن التمغنط بقوة أو ضعف
وقد يميل من سلوك الحديد المطاوع مغناطيس صناعى شديدة القوة وذلك بالبناء

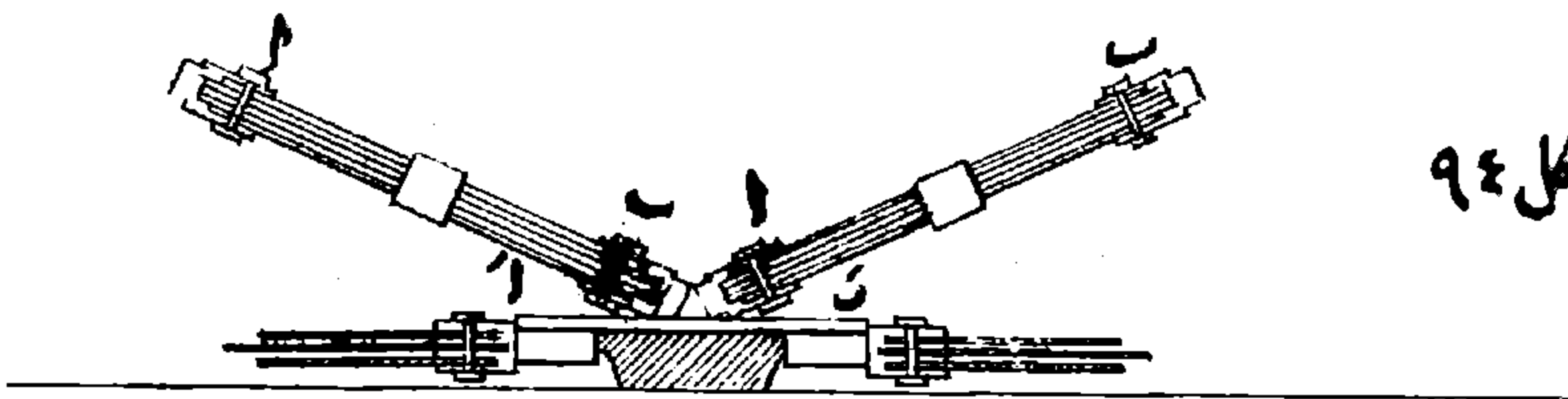
على الاعتبارات المقدمة وكيفية ذلك ان يؤخذ نحو خسين سلكاً طول الواحد منها من ٣٠ الى ٤٠ سنتراً وتلوى ولحداً بعد واحد مع حفظها رأسية فيصير كل واحد من هذه السلوك جسمًا مغناطيسيًا ويكفي أن تجمع من اقطابها المتماثلة ليتكون منها حزم كافية لسقي قضبان الفولاذ سقيًا قويًا مغناطيسيًا

في المغنسة بتأثير القضبان

سيد اذا جعل طرف قضيب من الفولاذ مماسًا لقطب جسم مغناطيسي انحل تركيب سبالي القضيب شيئاً فشيئاً بالتأثير واكتسب قطبين وخطاً متوسطاً كالاجسام المغناطيسية المعتادة وطرف القضيب القريب من نقطة التماس يكتسب قطبا مضاداً لقطب الجسم المغناطيسي وطرفه الآخر يكتسب قطبا متحدًا معه في الاسم لكن اذا كان القضيب طويلاً جداً او كانت قوته المعوقة شديدة جداً فالتأثير المحلل لا يصل الى طرفه الآخر وينقطع على بعد من نقطة التماس وبعد هذا الحد لا يوجد أثر المغنسة في القضيب فاذا كان وسط القضيب مماساً للمغناطيس او كان التماس حاصلًا في نقطة غير طرفيه اكتسب القضيب قطبًا في هذه النقطة وقطبين متحدي الاسم في كل من الجهتين وحينئذ يكتسب القضيب نقطة مُنْتَجَة ومجرد التماس بالمغناطيس يحدث مغناطيسية قليلة ولهذا استعملوا طرقاً اخرى لأحداث مغنسة قوية

في المغنسة بطريقة المعالم وولاميل وهي طريقة الاسس البسيطة

سيد كيفية المغنسة بهذه الطريقة ان يؤخذ قضبان قويا المغنسة كما في شكل (٩٤)

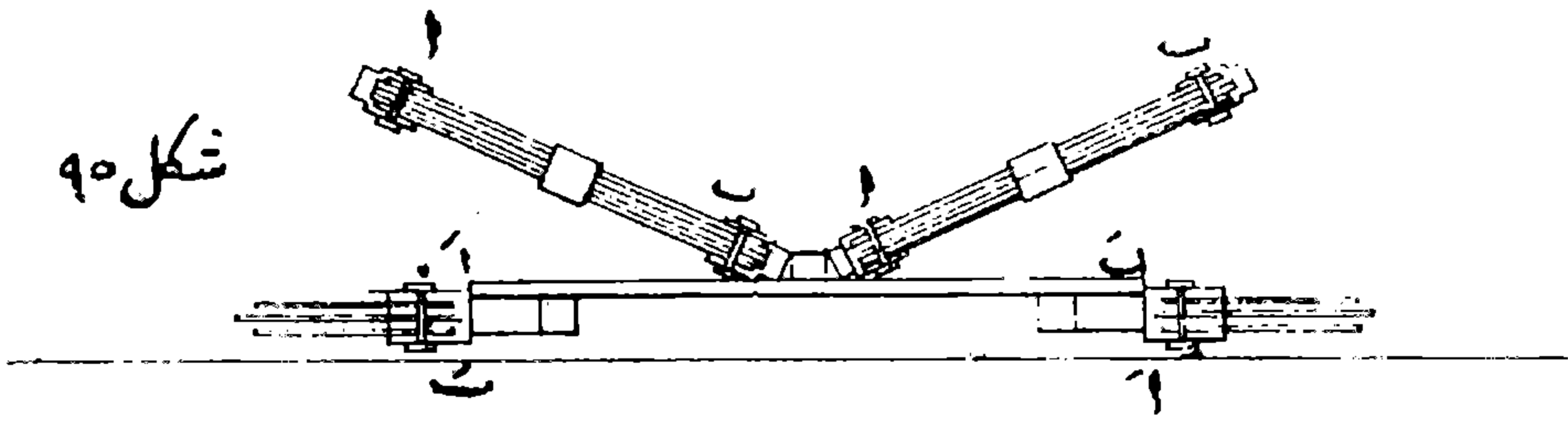


شكل ٩٤

ويوضعان على خط مستقيم ولحد بحيث يكون النقطتان المتضادان متخاضين ثم توضع
الصفحة المراد مغطسها بين هذين القطبين والأحسن أن توضع على طرفيهما شر
بؤخذ قضبان آخران ويوضعان على وسط الصفحة بعطبيهما المتضادين مع ميلهما
عليها بنحو ٥٠° ويزلقان معاً بنحو طرفيهما مع حفظ ميلهما ومتى وصلوا إلى طرفيهما
يرفعان ويوضعان في الوسط ويزلقان ثانياً ويلزم أن يتكأ بعرفي القضيبين
المتزلقين على الصفحة أي بكل قطب موافق لأقرب القطبين الثابتين لأنه بهذه
الكيفية يقوى تأثير هذين القضيبين وتجهيزان العناصر المغطسة الطبيعية المتحدة
الطبيعة في جهة واحدة ومن الممتحن وضع نقطتي الصفحة اللازم جعل القطبين
فيهما على قضيبين الثابتين وتقديم الصفحة بنحو ٥٠° ميلهما على كل منهما إذا
كان طولها يزيد عن ١٨ أو ١٩ سنتراً وأما إذا كان طولها ٨٠ أو ٩٠ مليةراً
فيلزم تقديمها ١٥ أو ١٦ مليةراً ومن الممتحن أيضاً تحريك القضيبين المتزلقين
تحريكاً بطبيعياً منتظماً حيث يصلون معاً إلى طرفي الصفحة لأنه بهذه الكيفية
يقوى تأثيرا القضيبين وتصير المغطسة أكثر انتظاماً من غيرها وهذه الطريقة
هي المختارة لمغطسة إبر البصل والصفائح التي لا يزيد سمكها عن ٤ أو ٥ مليةرات
وحين تكون الأبر أو الصفائح رقيقة بحيث لا تتحمل ثقل القضيبين بانزلاقهما
عليها توضع على قطعة من خشب تجعل بين قطبي القضيبين الثابتين

في المغطسة بطريقة المعالم إبيدوس وهي طريقة اللمس المرفوج

بعد كيفية المغطسة بهذه الطريقة أن توضع الصفحة المراد مغطسها
على طرفي قضيبين ثابتين كافي طريقة المعالم دوهاميل وأن يكون القضيبان
المراد انزلاقهما مائلين بقدر ١٥ أو ٢٠ درجة فقط وهذان القضيبان
مرتبطان ببعضهما كافي (شكل ٩٥) على بعد ثابت بواسطة قطعة صغيرة
من خشب أو من نحاس أو من أي جسم ليس مغطساً طبيعياً ويزلقان معاً من الوسط
إلى أحد الطرفين ثم من هذا الطرف إلى الطرف الآخر وبعاد أن كذلك مراراً كثيرة



ويؤم الأهتمام بخريد القضبان على جميع اجزأ الصفيحة بعدية واحدة اى انه يلزم دائماً
الاشتبا بالوسط والرجوع الى هذه النقطة من الطرف المقابل للطرف الذى كان
مبدأ السير وتعمل هذه الطريقة غالباً فى الصفايح والقضبان التى يزيد سمكها
عن ٥ أو ٦ مليمترات لأنها تحدث فيها قوة اشد من التى تحدث فيها من طريقة
المعلم دوهاميل غير ان فيها خلل هو انها تحدث مفطسة اقل انتظاماً من غيرها
وتولد غالباً انقطاً منجدة

الدرس الثالث والعشرون

فى التشبيع بالمفطسة

يبد يمكن ان يكتب الفولاذ كية مفنا طيسية تتزايد بتزايد قوة القضبان
المفطسة لكنه لا يحفظ من المفنا طيس الاكية محدودة تبقى ثابتة بثبات الأحوال
ولا تتعلق الا بقوته المعروفة فيقال انه مشبع من المفنا طيسية اى انه محفطس الى حد
التشبيع اذا استوى على النهاية الكبرى من سياله المحلل الذى يمكن حفظه وتسهيل
معرفة كون القضيب محفطساً الى حد التشبيع بمفطسته مرة أخرى بواسطة
قضبان اقوى من التى استعملت اول مرة ثم قرن شدته المفنا طيسيتين قبل المفطسة
الأخيرة وبعد ها فاذا اكتسب من المفطسة الثانية شدة اعظم مما اكتسبها من
المفطسة الأولى وحفظها ظهرا نه غير مشبع فى الحالة الأولى وان كانت شدته الثانية
عين الأولى او كانت اقوى منها قليلاً وفقد ها بعد مدة ظهرا نه مشبع

فى تأثير السقى والتحبيص فى القوة المعروفة

يُبدى يكفي لسقي الفولاذ احماؤه الى درجة مرتفعة ثم تبريده بسرعة بفسه في حمام مائى
أوزيتى أو غير ذلك ويكفى لتحصيه احماؤه الى درجة مرتفعة وتركه ليبرد تدريجاً
فى الهواء ودرجات السقى والتحصين متنوعة وذلك ان السقى يكون قوياً كلما كانت
درجة احما الفولاذ اعالى من غيرها وكان التبريد سريع من غيره وان التحصيل يكون
اتم كلما كان الفولاذ محمى بكثرة وكان تبريده ابطأ ودرجات الحرارة الموافقة
للدراجات المختلفة من السقى والتحصين لا تقدر بالضبط بالدرجات المائشنية غير انه ليس
فى معرفتها صعوبة كلية فيتوصل الى ذلك بملاحظة الألوان المتنوعة التى يتلون
بها الفولاذ من تأثير الحرارة فانه اذا احمى بالتدريج ظهر انه يفقد أولاً لمعانه المفلح
ثم يصير أصفر فاتحاً ثم برتقانياً فاتحاً ثم برتقانياً غامقاً ثم احمر بنفجياً ثم ازرق
فاتحاً ثم يتلون بعد ذلك بلون ضارب الى الخضرة معروف باسم منضار لما ثم ينتقل
الى الاحمر القاتم ثم الى الاحمر الفاتح ثم الى الاحمر الكرزى المفتوح ثم ينتهى
بلون الاحمر الضارب الى البياض وكل من هذه الألوان يطابق درجة سقى أو تحصين
تختلف عن غيرها فالأصفر الفاتح مطابق للحرارة التى درجتها ٥٠٠ تقريباً وخضار
الماء مطابق لدرجة ٤٥٠ والكرزى المفتوح مطابق لدرجة ٩٠٠ والاحمر الضارب
للبياض هو اللون اللازم لأحما الفولاذ ليصير جيداً للسقى أو ليصير اشده تحصيماً
ويسهل تعيين تأثير السقى أو التحصيل فى القوة المعوّقة بان يسقى قضيب من
الفولاذ سقىاً بدرجة ما أو يحصن كذلك ويمغطس الى حد التسبيع ويحسب عدد
الدرجات الناتج من تأثير الأرض فيه فى زمن معين ثم يسقى القضيب المذكور بدرجة
مخالفة للدرجة الأولى أو يحصن كذلك ويمغطس ثانياً الى حد التسبيع ويحسب
عدد درجاته الحادثة فى زمن مساوٍ للزمن المذكور بحيث ان القوتين المغناطيسيتين
مناسبتان لطريقى عدد الدرجات يثبت ان الفولاذ الجيد السقى يكتب بالمغطسة
اعظم قوة مغناطيسية واعظم قوة معوّقة ومع ذلك فالأبر المستعملة فى البصل
لا تسقى فى العادة الا الى اللون الأزرق الفاتح لانها تكتسب حينئذ قوة معوّقة
عظيمة ويكفى ذلك فى عدم سهولة كسرها اذ لا يمكن منعه باعظم سقى

في تأثير الحرارة في القوة المعوقة

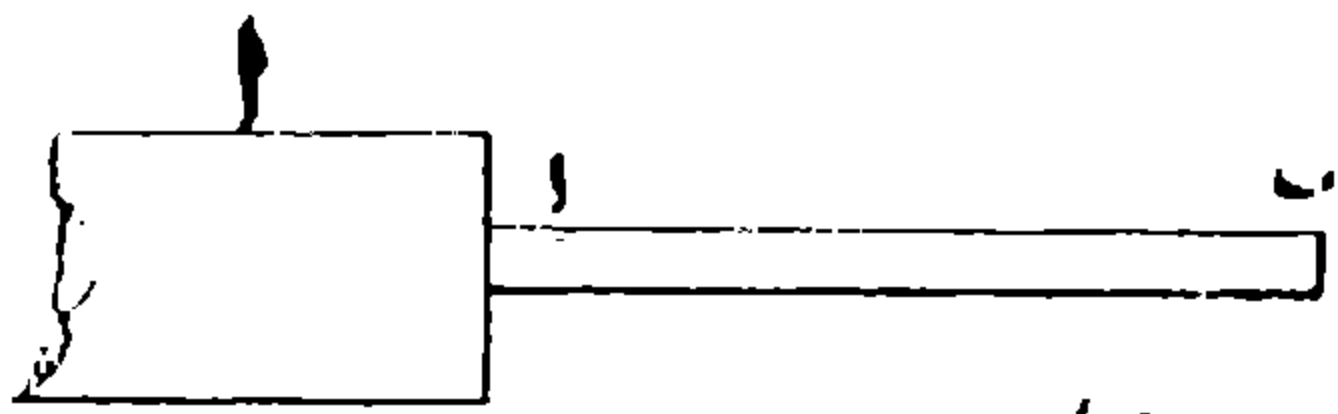
سواء إذا أحمى الجسم المغناطيسي الطبيعي إلى درجة الأحرار لا يبقى فيه بعد تبريده
 اثر المغناطيسية المحللة وينعدم قطباه وخطه المتوسط ويلزم مغطسته لترجييعها
 اليه والأجسام المغناطيسية الصناعية تفقد ايضاً خواصها بتأثير الحرارة فيها
 ولا تعود لها الا بسوي جديد ومغطسة جديدة
 ولا يعود تركيب السبائك المغناطيسيين في درجة الأحرار فقط بل يعود تركيبهما
 تدريجياً كلما ازدادت الحرارة ويتحقق ذلك بحتمية جسم مغناطيسي عدة مرات
 إلى درجات مختلفة بحيث يتبرد في كل مرة ويعين مقدار قوته المغناطيسية فيها فيظهر
 ان مقادير القوة تتناقض من إلى اعظم درجة حرارية
 وهناك عادية ينبغي الالتفات إليها وهي ان تأثير الحرارة في المغناطيسية يحتاج إلى
 مدة طويلة أو قصيرة بحسب قوة الحرارة المؤثرة فيها فقد غمست ابرة مغطسة
 مراراً في الماء المغلي وتركته مدة ١٠ في كل مرة وبعد تبريدها في كل مرة كان يحسب عدد
 الوجات التي احدثتها في أوقات متساوية فظهر ان مقادير القوى المغناطيسية تناقصت
 في كل انغماس وانعدمت في الأنغماس السادس وهذه النتيجة والتي قبلها انما تحتاج
 من تجارب المعلم كوفيغير

وقد اظهر المعلم كوفيغير ايضاً ان تغيرات حرارة الجو كافية في تغير القوة المغناطيسية
 المقضيب الواحد وان الشدة المغناطيسية للمقضيب المذكور تتناقص بتزايد حرارة
 الجو وتزايد تناقصها وقد انشأ هذا الماهر جداول تحتوي على نسب مقادير
 القوى المغناطيسية للمقضيب الواحد في درجتين مختلفتين من الحرارة فينبغي استعمالها
 عند ما يراد تعيين الشدة المغناطيسية الأرضية في أماكن مختلفة من سطح
 الأرض أو في أوقات مختلفة فيها الأرصاد جارية في درجات مختلفة من الحرارة

الدرس الرابع والعشرون

في خواص المغناطيس

سدد حين يراد حفظ مغطسة الأجسام المغناطيسية الطبيعية أو الصناعية لا ينبغي وضعها كيفما اتفق لا بالنسبة لبعضها ولا بالنسبة للأرض لأن سددتها المغناطيسية تتزايد في بعض الأوضاع وتتناقص في أوضاع أخرى فاذا وضع مثلاً



شكل ٩٦

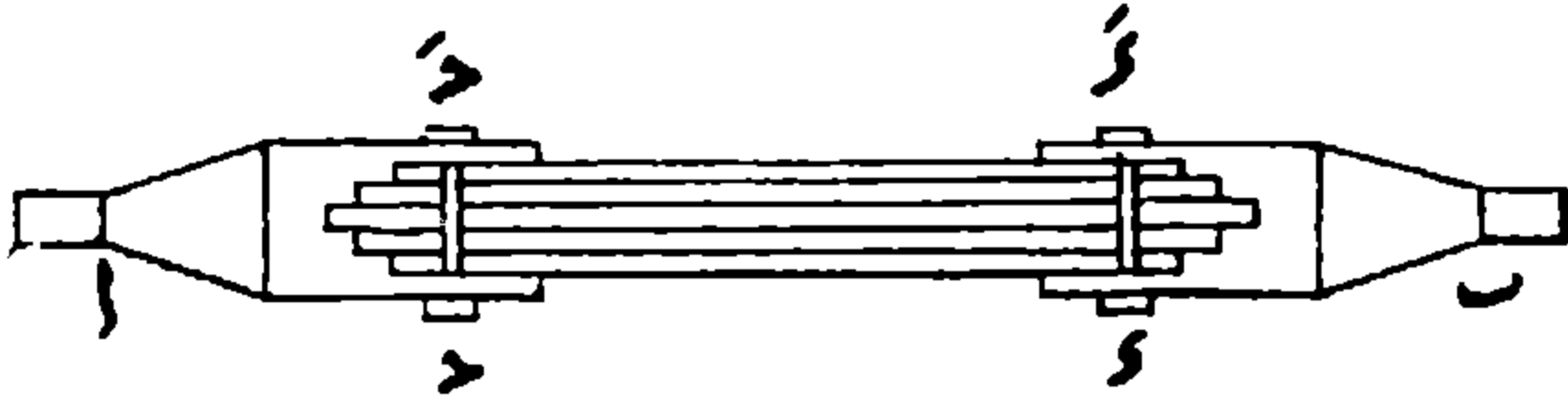
القضيب أ - كما في شكل (٩٦) بالقرب من القطب الجنوبي من جسم مغناطيسي وفرض أن القطبين المتحديين الأسمن مضع

كل منهما حذاء الآخر أثر القطب الجنوبي من الجسم المغناطيسي في السيل السطحي للقضيب تأثيراً جدياً وأثر تأثيراً قريباً في سيله الجنوبي واجتهد دائماً في عود تركيبهما فيحصل عود تركيب جزئي بعد برهة يسيرة سيما بعد طرق أحد طرفي القضيب بطريقة وينعكس الأمر إذا قرب القطبان المتضادان لبعضهما فيمكن حينئذ أن يحدث التحليل في القضيب فتزداد قوته وإذا وضع القضيب المنقاد إلى تأثير الأرض وضعاً رأسياً حصل فيه عود تركيب وتحليل مغناطيسي على حسب كونه قطبه الجنوبي في الجهة العليا أو في الجهة السفلى

وقد توضع قطع من الحديد المطاوع على أقطاب الأجسام المغناطيسية وهذه القطع الحديدية تسمى حينئذ حوافظ الأجسام المغناطيسية وهي معدة لحفظ قوتها وذلك أن كل من قطبي الجسم المغناطيسي يحلل السيل الطبيعي للمحافظة فينفر السيل المتحد معه في الاسم ويجذب السيل المتضاد له والسيل المجذوب يؤثر أيضاً في سيل الجسم المغناطيسي ويمنع عود تركيبها

وأما البرص الأخراف والميل الدائرة في الأعمال فلا تحتاج إلى حافظة لأن تأثير مغناطيس الأرض يمنع دائماً عود تركيب سيلاتها فيسد مسد حوافظ الحديد المطاوع وليس كذلك في القضبان المغطسة فلهذا يجعلون لها في العادة حوافظ عند عدم استعمالها في التجارب وتوضع متوازية في عليها بحيث تكون الأقطاب المتضادة متخاذية ويجعلون

على أطرافها منشوران صغيران من الحديد يتمان المستطيل فيضاف تأثير هذين المنشوران
للتأثير الجذبي للأقطاب المتعاضدة ليحفظ قوتها الأصلية في كل من القضيبين
والحزم المغناطيسية دائماً حافظة



شكل ٩٧

كما في شكل (٩٧) وهذه الحزم مركبة
من صفائح مستطيلة موصولة
فوق بعضها ومجموعة اجتماعاً

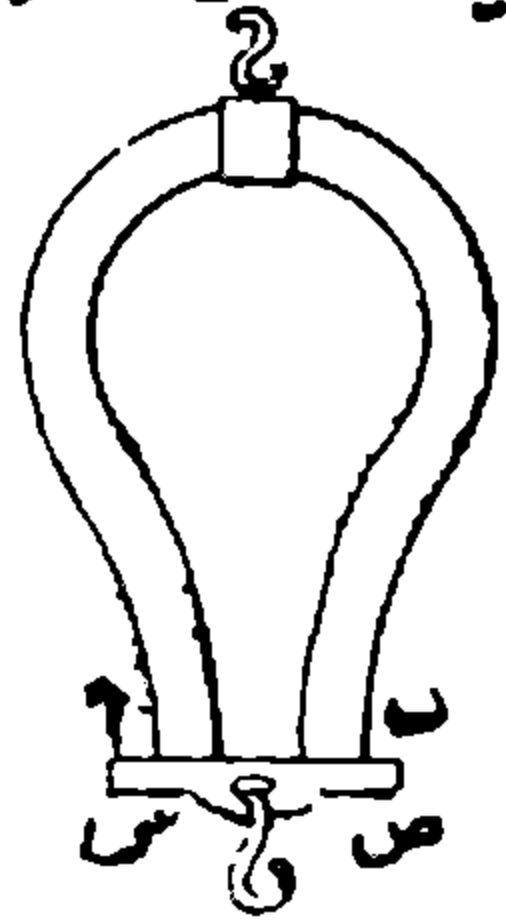
قوياً والعادة ان تكون ثلاث طبقات وصفائح الطبقة المتوسطة تزيد في الطول
عن صفائح الطبقات المتطرفة بقدر ٦ أو ٧ سنتيمترات وأطرافها مثبتة
في قطعتين من الحديد ا و ب مجموعتين كالحافظين ومثبتين بواسطة حلقتين
من النحاس ح و د ر ر

والقضبان الثابتان المستعملان في طرق المفصلة يتركبان من طبقات كل طبقة
تحتوي في الغالب على خمس صفائح والقضبان المزلقان يحتويان على صفحتين
أو ثلاثة ولا ينبغي أن يظن أن تأثير الحزمة المغناطيسية يساوي مجموع تأثيرات
الصفائح المركبة لها فإن تأثيرها اصغف دائماً من تأثير المجموع وقد اظهر ذلك
المعلم كليب فاحذ لو حاز من الفولاذ وقطعه ١٦ صفيحة مستطيلة ومفصلة
الى حد التجميع كل واحد على حدتها وجعلها حزمًا بوضعها فوق بعضها وربطها بخيوط
من الحرير ثم علقها في ميزان البرم ولاحظ عدة البرم اللازمة لحفظها على ٩٠

من انجاف المغناطيس فظهر له أن عدة البرم لا تتزايد تزايداً مناسباً لعدد
الصفائح الموصولة فوق بعضها وإن تأثيرات الحزم لا يساوي مجموع تأثيرات
الصفائح المركبة لها وقد عزل المعلم المذكور صفائح إحدى الحزم وعين القوة
المغناطيسية لكل من تلك الصفائح كل واحدة على حدتها فظهر له أيضاً أن الصفائح
المركبة تناقصت شدتها وينتج أيضاً من تجارب المعلم نوبلي أن الصفائح
المذكورة تكتسب اقطاباً متضادة بتأثير الصفائح المتطرفة ثم تنقص قوة
الحزمة بدل أن تزيدها وكذا يحصل في الجزء المركزي من القضبان المفصلة

كما شوه ذلك في اسطوانتين من الفولاذ متحدتي القطر والطول احدها مجوفة
والأخرى مصمتة ومغطستين الحدا التسبيع بعد سقيهما بكيفية واحدة

وفي بعض الأحيان تستعمل اجسام مغناطيسية على هيئة نعل الفرس كما في شكل (٩٨)



شكل ٩٨

وهي مركبة من عدة صفائح من الفولاذ
مصفوفة فوق بعضها ومرتبطة ارتباطاً
قوياً يلزم نافذة فيها فتغرس كل صفيحة
على حدةها بطريقة اللامس المزدوج ولذلك

توضع الأقطاب المتضادة من جسمين مغناطيسيين على وسط تحذب الصفيحة شمر
بزلقان من هذا الوسط الى الطرفين ١ و ٢ اللانزم جعل القطبين فيهما ويوضع

عادة تحت الجسم المغناطيسي قطعة من الحديد المطاوع ٣ ص تجعل له
كالخافض وهذه القطعة التي تسمى بالحامل أو اللامس تستعمل ايضاً لتحمل الأثقال

المراد تحمل الجسم المغناطيسي بها

وقد شوه في حجر المغناطيس غريبة لم تعلم حكمته الى الآن وهي ان الحجر اذا كان يرفع
بقوة الجذب زنة عشرين كيلو غراما من الحديد وزيد له في كل يوم مقدار لطيف
تحمله حتى يميز برفع ثلاثين أو أربعين كيلو غراما غير انه متى زاد المقدار عن طاقته
دفعه سقط ولا يرفعه بعد ذلك الا اذا قدم له جزءاً خفياً على التدرج حتى يصل الى

المقدار الأول

بداية نسخ اصول طبع هذا الجزء الفقير الى مولاة الشكر
عبد المحسن المذكور وتم الفقير الى رب العبد المحسن

بمطبعة الهندستانه الخديوية

يولاق

١٢٦٨ هـ قايمة جمادى الاولى من الهجرة المحمدية

على صاحبها افضل الصلوات وازكى التحية

م

ESEN-CPS-BK-0000000892-ESE

00465229

